БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

Том 19 1934 № 6

СОДЕРЖАНИЕ

I. ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Стр.

С. В. Гречишкин. Биологическое действие пограничных лучей Букки на *Elodea densa*, *Bacterium ponticum* и *Saccharomyces cerevisiae* (с 3 рис.) . . . . 527—533

Л. И. Джапаридзе и Т. А. Кезели. К вопросу о различии в окислительных свойствах тканей двудомных растений . . . . 534—538

В. Г. Александров и К. Ю. Абесадзе. Материалы к выяснению закономерностей, управляющих образованием сосудов в сосудисто-волокнистом пучке двудольного растения (с 3 рис.) . . . . 539—550

Н. Н. Воронихин. К флоре грибов „черни“ Крыма и Кавказа (с 1 рис. и 1 табл.) . . . . 551—561

А. В. Жуковский и В. С. Горячева. Сорняки конопли . . . . . 562—565

Е. Я. Шефер-Сафонова, М. И. Калашникова и А. С. Костромина. Определение всхожести семян древесных пород методом окрашивания (с 5 рис.) . . . . 566—594

II. ОБЗОРЫ

М. А. Гудлет. Строение и свойства пектиновых веществ . . . . 595—618

III. РЕФЕРАТЫ . . . . 619—624

Указатель статей тома 19 (1934) . . . . 625—628

УПРАВЛЕНИЕ УНИВЕРСИТ. И НАУЧНО-ИССЛЕД. УЧРЕЖД. НАРКОМПРОСА РСФСР

ОГИЗ — БИОМЕДГИЗ — ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД 1934 МОСКВА

JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS

Tome 19 **1934** **№ 6**

SOMMAIRE

I. ARTICLES ORIGINAUX

Pages

S. W. Gretschischkin. Biologische Wirkung der Grenzstrahlen Bucky's auf *Elodea densa*, *Bacterium ponticum* und *Saccharomyces cerevisiae* (mit 3 Abb.) 533

L. I. Djaparidze und T. A. Kezeli. Zur Frage über die Unterschiede in den Oxydationseigenschaften der Gewebe zweihäusiger Pflanzen . . 538

V. G. Alexandrov und K. G. Abesadze. Contribution to the knowledge of the regularities governing the origination of vessels in the fibro-vascular bundles of dicotyledonous plants (with 3 fig.) 549

N. N. Woronichin. Contribution to the flora of the black mould fungi of the Crimea and the Caucasus (with 1 tab. and 1 fig.) 561

A. W. Shukowsky und V. S. Goriatschowa. Die Unkräuter des Hanfes im Rayon Gluchow, Tschernigow Gebiet 565

E. I. Schaefer-Safonova, M. I. Kalaschnikova und A. S. Kostromina. Determination of the viability of tree seeds by means of the staining method (with 5 fig.) 593

II. REVUES

M. A. Goodlet. Structure et propriétés des substances pectineuses (en russe) 595

III. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 619

Table des matières du tome 19 (1934) 625

Ботанический журнал СССР

Том 19 1934 № 6

Journal botanique de l'URSS

Tome 19 1934 № 6

УПРАВЛЕНИЕ УНИВЕРСИТ. И НАУЧНО-ИССЛЕД. УЧРЕЖД. НАРКОМПРОСА РСФСР

ОГИЗ — ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ
И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ) — 1934

Редактор *В. Л. Комаров.* Техн. редактор *И. Нурмсон.*

Ленгорлит № 36353. Ленбиомедгиз 97/л. Сдано в производство 11/XI 1934 г. Подписано к печати 25/XII 1934 г. 12,94 авт. л. 3½ бум. л. Ст.-ф. 72×110. Печ. зн. в 1 бум. л. 114.688.
Тираж 1550 экз. Зак. № 2079.

Типография „Коминтерн“ и шк. ФЗУ им. КИМ'а. Ленинград, Красная, 1.

ТОМ 19 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1934 № 6
TOME 19 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1934 № 6

С. В. ГРЕЧИШКИН

Биологическое действие пограничных лучей Букки на Elodea densa, Bacterium ponticum и Saccharomyces cerevisiae[1]

Из Государственного рентгенологического, радиологического и ракового института (дир. — проф. М. И. Неменов), Ленинград.

С 3 рисунками

(Получено 3/VIII 1934)

Прежде чем перейти к описанию экспериментального материала о биологическом действии пограничных лучей Букки, следует указать, что биологическое действие пограничных лучей на представителей растительного мира почти совершенно не изучено. Букки в одной из своих работ вскользь упоминает, что смертельную дозу для бактерий ему получить не удалось.

В самом начале работы при изучении биологического действия Букки-лучей было сделано предположение, что вследствие того, что пограничные лучи почти полностью поглощаются незначительными слоями органических соединений, обладая длиной волны от 1 Å до 2,5 Å, по биологическим свойствам они должны близко стоять к ультрафиолетовым лучам. Букки назвал эти лучи пограничными лучами, потому что, по его мнению, они обладают с одной стороны биологическим действием, как ультрафиолетовые лучи, с другой стороны—как рентгеновы лучи. С этой точки зрения представляет интерес провести изучение биологического действия пограничных лучей на таких объектах, у которых изучена биологическая реакция при воздействии и ультрафиолетовых и рентгеновых лучей. Поэтому были выбраны следующие объекты: листья растения *Elodea densa*, светящиеся бактерии *Bacterium ponticum* и чистые культуры дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, берлинская раса XII. Действие лучистой энергии на эти объекты, как известно, подробно изучено школой академика Г. А. Надсона.

Биологическое действие Букки лучей на Elodea densa

Известно, что листья водного растения *Elodea densa* состоят из клеток, расположенных в два слоя. При нормальных условиях в листьях наблюдается круговое движение плазмы, служащее, как еще отметил Шахт (Schacht), признаком жизненной активности плазмы клетки (рис. 1). Хлоропласты обычно равномерно окрашены в зеленый цвет. Они рассеяны по всей клетке и расположены плашмя. Как плазма, так и хлоропласт состоят из коллоидного вещества, типа липопротеинового эмульсоида. Пономарев указывает, что хлорофилл коллоидально растворен в хлоропластах. Работа Г. А. Надсона и Э. Я. Рохлиной говорят, что в хлоропласте липоидный компонент связан с хлорофиллом в виде мельчайших капель, равномерно распределенных среди белкового компонента.

---

[1] Настоящая статья составлена по моей неопубликованной пока работе: О физических свойствах и биологическом действии пограничных лучей Букки.
С. В. Гречишкин.

При воздействии лучей элемента радона или, как их называют, Беккерелевых лучей, происходит разрыв белкового компонента с липоидами и наступление вакуолизации, коагуляции, лизиса — явление, приводящее к растворению и распаду.

Клетки Elodea densa

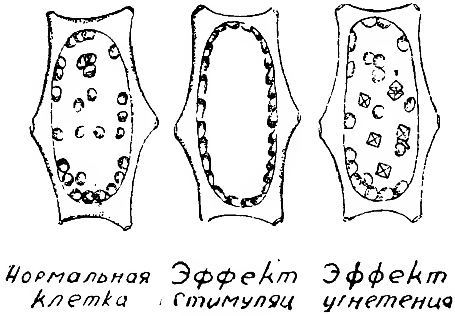


Рис. 1.

В этих же работах указывается, что в зависимости от дозы Беккерелевых и ультрафиолетовых лучей наблюдается превращение крахмала в кристаллический оксалат кальция.

Методика в нашей работе применялась следующая. 6—8 листьев *Elodea densa* параллельно клались на валикообразный лист белой фильтрованной бумаги, который помещался в небольшую чашку Коха (рис. 2). Предварительно чашка Коха наполнялась речной водой. Вода наливалась до края фильтрованной бумаги, так что все время она смачивала листочки *Elodea densa*. При отрыве листочка от материнской веточки всегда, как правило, один оторванный листочек клался в чашку, предназначенную для освещения Букки-лучами, другой, соседний листочек, оторванный из одного и того же узла, клался в контрольную чашку, монтированную совершенно одинаковым образом. Освещение пограничными лучами производилось сверху (рис. 2) трубкой и аппаратом Сименса. В течение двух месяцев была поставлена целая серия опытов. Освещению подверглись больше 70 листьев *Elodea densa*. Применялись большие дозы — 5650,0 единиц рентген. r, т. е. 27 эритемных доз. Измерение в r проводилось дозиметром Кюстнера. Режим аппарата был следующий: 9 kv, 10 mA, фокусное расстояние 5 *см*, время освещения 40 минут. Облучение производилось при температуре 14°. Произведенные наблюдения показали, что в первые часы после облучения ни в ядре, ни в плазме, ни в хлоропласте цитологических изменений не наблюдается. Наблюдается стимулирующее движение плазмы. Хлоропласты отодвигаются к стенкам клеток, где вращаются в потоке плазмы. Средняя скорость этого движения

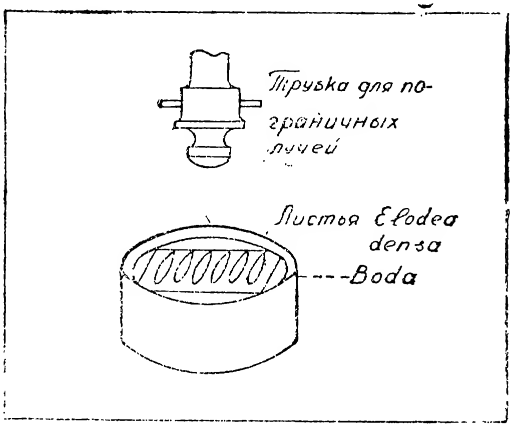


Рис. 2.

равнялась пробегу 5 делений шкалы в 8 секунд, в контрольных листочках в 15 секунд, т. е. средняя скорость движения плазмы была почти в два раза больше, чем в контроле. На вторые сутки после облучения Букки-лучами эффект стимулирующего действия сменялся эффектом угнетения. Это выражалось, во-первых, в постепенном замедлении движения плазмы, что обусловливается повышением вязкости плазмы. Одновременно с этим происходит в большом количестве выпадение кристаллов щавелевокислого кальция, что свидетельствует о нарушении правильного обмена веществ (рис. 1). В клетках одного и того же облученного листочка наблюдалось наличие то большего, то меньшего количества кристаллов оксалата, что можно объяснить не только биологическим свойством каждой отдельной клетки, но также и физическими свойствами Букки-лучей. Так как линдемановское стекло трубки, особенно от центра к периферии, не однородно, то пучок получаемых мягких рентгеновых лучей чрезвычайно не гомогенен, вследствие свойства пограничных лучей поглощаться в сравнительно небольших слоях различных веществ, а в частности и в линдемановском стекле. Иногда и в контроле наблюдается появление мелких бесформенных кристаллов щавелево-кислого кальция, но эти кристаллы резко отличаются по своей величине и количеству от кристаллов, появившихся в освещенных клетках. Кроме того, такие кристаллы в контрольных клетках почти всегда находились в Броуновском движении, что очень редко наблюдалось в кристаллах, появившихся в освещенных клетках. Дальнейшие изменения в клеточных элементах сводились к явлениям коагуляции, об этом свидетельствует помутнение плазмы, выпадение мелкой зернистости в плазме и съеживание хлоропластов. Хлоропласты становились все бледнее и бледнее в результате распада пигмента, вследствие чего листочки *Elodea densa* приобретали бледную желтоватую окраску и становились прозрачными. Эти картины напоминают изменения, полученные Г. А. Надсоном и Э. Я. Рохлиной под влиянием лучистой энергии эманации радия и ультрафиолетовых лучей. Все это говорит за то, что действие Букки-лучей на листья *Elodea densa* не является специфическим. Особенно резко различались листочки *Elodea densa* от контрольных через 20 дней после их освещения. Как контрольные, так и облученные сохранялись в речной воде при температуре 14°. Уже макроскопически можно было сразу сказать, какие листочки освещались Букки-лучами, какие—нет. Облученные листочки были по цвету более желтые, чем контрольные. Микроскопически можно было легко определить разницу явлений у облученных и контрольных листьев. Облученные листья потеряли свой тургор, были вялы и значительно более прозрачны, чем контрольные. Микроскопически наблюдалось, что желтоватый оттенок листочков зависит от дегенерации хлоропластов. В хлоропластах появлялась крупная зернистость, происходило разрушение хлорофилла, в результате чего хлоропласт имеет желтую окраску. Обнаруживалась прогрессирующая коагуляция. Хлоропласт уменьшался в размере, съеживался и вследствие сморщивания имел неправильные контуры. В контрольных же листочках хлоропласт имел зеленую гомогенную окраску, он был значительно больше по своим размерам, чем освещенный. Ему была присуща правильная форма. В дальнейшем разница между освещенным листочком и контрольным еще больше углублялась. В листочках, находящихся в речной воде, через 3 месяца после произведенного опыта облучения особенно резко наблюдалось различие между листочками освещенными и контрольными. Освещенный листочек был прозрачный, сморщенный. Микроскопически — явления полного распада, явления плазмолиза в облученном листочке были выражены несравненно резче, чем в контрольном. Контрольный листочек был еще зеленой окраски. Под микроскопом наблюдалась картина неполной дегенерации клетки.

Биологическое действие Букки-лучей на светящиеся бактерии

Следующим объектом, взятым для изучения биологического действия пограничных лучей, служили светящиеся бактерии *Bacterium ponticum*, выделенные из воды Черного моря.

Известно, что характерным свойством жизнедеятельности светящихся бактерий является свечение. Питательной средой для *Bacterium ponticum* служил рыбный бульон (1000 *см*^{3} воды + 400 *г* свежего судака + 10 *г* пептона + 20 *г* морской соли + 20 *г* агара, pH = 7,5 по М.).

При экспериментальных опытах варьировали методику засева бактерий. Вначале производили облучение бактерий, засеянных по методу так называемого „редкого посева“.

При облучении половина чашки Петри прикрывалась свинцовым фильтром, не пропускающим Букки-лучи, таким образом половина этой же чашки с засеянными бактериями служила контролем. Производилось облучение светящихся бактерий, посеянных петлей, в виде креста. Облучение производилось в открытых чашках. Сразу же после облучения чашки закрывались и ставились в термостат при температуре 24°. Доза пограничных лучей давалась в 2500 рентген-единиц (при режиме аппарата 9 kV, 10 mÅ, фокусное расстояние 10 *см*, облучение — 40 минут). После освещения наблюдались следующие явления. Микроскопически различие между освещенными бактериями и контролем не обнаруживается. Наблюдаются лишь функциональные изменения, выражающиеся в повышении интенсивности свечения освещенных бактерий по сравнению с контролем. Эффект стимуляции свечения был особенно рельефен в тех чашках Петри, которые были засеяны по методу „редкого посева“.

Был произведен снимок чашки Петри собственным светом бактерий; экспозиция 12 часов. Интенсивность почернения фотографической пленки от облученных бактерий в 3 раза превышала почернение фотопленки от контрольных бактерий. К сожалению, по понятным причинам, демонстрировать увеличение интенсивности почернения в работе не представляется возможным, даже в виде фотографии.

При применении дозы Букки-лучей в 13 860 рентген-единиц (при режиме аппарата 10 kV, 10 mÅ, фокусное расстояние 5 *см*, время освещения 60 минут) наблюдается угнетающее действие пограничных лучей, т. е. освещенные бактерии светятся много слабее по сравнению с контролем. Особенно ясно это явление наблюдается, если чашки Петри с засеянными светящимися бактериями по методу „редкого посева“ прикрыть свинцовой диафрагмой с окошечком посредине и через окно произвести освещение пограничными лучами. Тогда на ярко светящемся поле выступает темное пятно, — место, где наблюдается эффект угнетения от пограничных лучей. Эффект угнетения можно также наблюдать, если воздействовать на культуру светящихся бактерий в момент ее максимума свечения (доза 15 000 r). Через 10 часов темное пятно резко выделяется на фоне светящейся культуры.

Было произведено спектрографическое исследование света, испускаемого облученными *Bacterium ponticum*, а также и контрольными бактериями, для чего применяли спектрограф Хильгера.

Мы нашли, что у облученных и контрольных свет спектрографически не разлагается, что он однороден и лежит в области границы зеленого и синего света. Основным в произведенных опытах является установление факта, что под влиянием определенной дозы Букки-лучей наблюдается стимуляция жизненной функции светящихся бактерий, т. е. повышение интенсивности свечения. При больших дозах наблюдается эффект угнетения даже в момент свечения. Это говорит за то, что при эффекте стимуляции нет явления псевдостимуляции, а, действительно, Букки-лучи действуют на жизненную функцию светящихся бактерий, на их свечение.

Биологическое действие Букки-лучей на дрожжи

В качестве биологического объекта были взяты винокуренные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (Берлинская раса XII).

Освещению подвергалась чистая культура дрожжевых клеток, засеянных на сусло-агаре. Чашка Петри делилась на 4 поля и покрывалась свинцовым фильтром, который не доходил до конца чашки, т. е. прикрывал 3 поля (рис. 3). Свободный конец чашки Петри с засеянными на сусле-агаре дрожжевыми клетками освещался Букки-лучами в течение 10 минут при режиме трубки 10 kV, 10 mA, фокусное расстояние 5 *см*. После освещения в течение 10 минут фильтр сдвигается на одно поле, которое освещается также в течение 10 минут. Первое поле в то время освещалось 10+10, всего 20 минут. Затем фильтр опять сдвигался, и третье поле освещалось вновь в течение 10 минут. Тогда первое поле освещалось всего в течение 30 минут, получило 6930 единиц рентгена, и третье поле в течение 10 минут, получило 2300 единиц рентгена. Четвертое поле служило контролем; оно совершенно не облучалось, так как все время было прикрыто фильтром, не допускающим пограничные лучи Букки. Не смотря на то, что варьировали дозой от 100 r до 15 000 (до 60 эритемных доз), однако, никаких изменений микроскопически обнаружить не удалось. В то же время, по аналогии с рентгеновыми лучами, можно было бы ожидать биологический эффект в смысле образования новых стойких рас (работы академика Г. А. **Надсона** и Г. С. **Филиппова**). Было произведено больше 30 опытов, в которых варьировали длиной волны Букки-лучей от 1,03 Å до 2,43 Å, изменяли дозу от 50 до 15 000 r, а также применяли различную методику засева дрожжевых клеток на питательный субстрат. Облучению подвергались дрожжевые клетки, посеянные по методу „гигантской колонии“. Освещались также уже развившиеся гигантские колонии. После облучения „редкого посева“ производился количественный учет числа колоний, и ни в одной серии опытов нельзя было наблюдать ни микроскопических, ни макроскопических изменений.

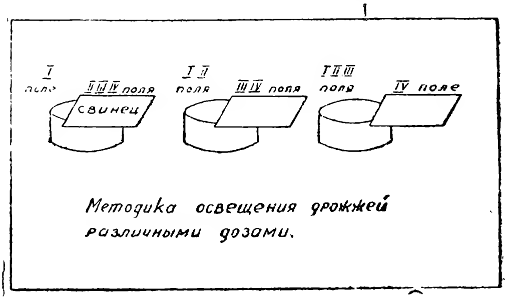


Рис. 3.

Была произведена проба на брожение в сосуде Эйнгорна с пивным суслом. Полученные цифры равнялись: контроль — 4,1 $см^3$, опытн. — 4,5 $см^3$, т. е. в пределах нормы. Тогда взяли другой вид дрожжей, цветную расу *Torulopsis glutinis*. Методика освещения применялась такая же, как в работах Г. С. Филиппова при воздействии на этот объект рентгеновыми лучами. Доза применялась до 60 НЕД[1] (15 000 г). Однако, в результате не получили ожидаемого эффекта, т. е. не наблюдали микроскопических изменений, а также изменений пигментного характера.

Выводы

На основании представленного материала в этой работе о биологическом действии пограничных лучей Букки считаем возможным сделать следующие выводы.

1. Биологическое действие пограничных лучей Букки не является специфическим, оно напоминает биологическое действие ультрафиолетовых и рентгеновых лучей и лучей радиоактивных веществ.

2. В зависимости от дозы вначале наблюдается эффект стимуляции биологического действия пограничных лучей Букки. В листочках *Elodea densa* это проявляется в ускоренном движении плазмы. Светящиеся бактерии повышают интенсивность своего свечения.

3. При применении больших доз наблюдается эффект угнетения биологического действия Букки-лучей. Светящиеся бактерии теряют полностью одну из своих жизненных функций — свечение.

В листочках *Elodea densa* эффект угнетения наблюдается на вторые сутки после облучения пограничными лучами, что выражается в замедлении темпа движения плазмы, в нарушении обмена веществ, в выпадении кристаллов оксалата кальция и, наконец, наступлении явлений коагуляции, приводящим к полному некрозу клеточных элементов.

4. Применяющиеся виды дрожжей оказываются наименее чувствительными к Букки-лучам при данных дозах, чем листочки *Elodea densa* и светящиеся бактерии. Никаких изменений в дрожжах от действия пограничных лучей не обнаружено.

Считаю своим долгом принести горячую благодарность за руководство моему учителю—академику Г. А. Надсону и старшему ассистенту Э. Я. Рохлиной.

Литература

1. Schacht. Grundriss d. Anatomie und Physiologie d. Gewächse, 1860. — 2. Ponomarew A. Zur Kenntniss des Chloroplastenbaues. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 32, 1914. — 3. Nadsone G. et Rochline E. Sur la transformation des grains d'amidon en cristaux d'oxalate de calcium dans les cellules végétales sous l'action des rayons ultraviolets. C. R. Soc. Biol. T. XCIX. 131, 1928. — 4. Надсон Г. А. и Рохлина Э. Я. Об образовании кристаллов оксалата кальция в растительных клетках под влиянием ультрафиолетовых лучей. Вестн. рентгенол. и рад. V, вып. 6, 1927.— 5. Nadson G. A. Über die Primärwirkung der Radiumstrahlen auf die lebendige Substanz. Biochem. Zeitschrift, Bd. 155 № 5, 6, 1925.—6. Nadsone G. et Rochline E. L'effet des rayons X sur le protoplasme et le noyau de la cellule végétale d'après les observations sur le vivant. C. R. Soc. Biol. T. XCIV, 249. 1926. — 7. Nadson G. et G. Philippov. Influence des rayons X sur la sexualité et la formation des mutantes chez les Champignons inférieurs. C. R. Soc. Biol. Paris, XCIII, p. 473, 1925. — 8. Nadson G. et G. Philippov. De la formation de nouvelles races, etc. C. R. Acad. Paris, 186, p. 1566, 1928; подробнее: Журн. Русск. Ботан Об-ва, XIII, стр. 221, 1928; о *Sporobolomyces* см. журн. Вестн, рентгенол. и радиологии, т. X, стр. 275, 1932. — 9. Филиппов Г. Расообразование у *Torulopsis glutinis* после освещения рентген. лучами. Вестн. рентген. и радиол. т. X, стр. 275, 1932. — 10. Надсон Г. А. О действии радия на дрожжевые грибки. Вестн. рентген. и радиол. т. I, стр. 45, 1920. — 11. Koernicke. Über die Wirkung von Roentgen und Radiumstrahlen auf pflanzl. Gewebe und Zellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges Bd. XXII. S. 324, 1925. — 12. Wail S. und S. Frenkel. Über den Einfluss der Roentgenstrahlen auf

---

[1] 60 HED — есть рентгенологическая единица, принятая в медицине, обозначает 60 кожных эритемных доз. HED — Hauteinheitdosis.

С. В. Гречишкин.

das Zellplasma. Virchow's Archiv 257, 850, 1925.—13. Gerretsen F. C. Die Einwirkung des ultraviolet. Lichtes auf die Leuchtbacteria. C. für Bakteriolog. 2. Abt. Bd. 52. S. 362, 1921. — 14. Омелянский В. Л. К физиологии *Photobacter.* Тр. Научн. Инст. им. Лесгафта, т. I, 1920. —15. Надсон Г. А. К физиологии свечения бактерий. Изв. Гл. Бот. Сада, т. VIII, 1908.—16. Bucky Gustav. Grenzstrahl-therapie. Verlag von S. Hirzel, Leipzig. 1928.—17. Gärtner Otto. Die Bedeutung der weichen Roentgenstrahlen für Bestrahlungsversuche mit Bakterien. Strahlentherapie Bd. 21, Heft 2, 1926.—18. Kirsch Hans. Physikalische Untersuchungen über die Buckyschen Grenzstrahlen. Münch. med. Wschr. 14, S. 578, 1927.

S. W. GRETSCHISCHKIN

Biologische Wirkung der Grenzstrahlen Bucky's auf Elodea densa, Bacterium ponticum und Saccharomyces cerevisiae

Zusammenfassung

Verfasser untersuchte die biologische Wirkung der Buckystrahlen auf *Elodea densa*, *Bacterium ponticum* und *Saccharomyces cerevisiae.* Im Zusammenhange mit der Dosis wurde ein stimulierender Effekt erzielt, welcher sich in den Blättchen von *Elodea densa* in beschleunigter Bewegung des Photoplasmas äussert. Leuchtende Bakterien steigern die Intensität ihrer Leuchtung. Bei Anwendung von grossen Dosen bis 15 000 r. wird ein Hemmungseffekt beobachtet. In den Blättchen von *Elodea densa* äussert sich der Hemmungseffekt in Verlangsamung der Protoplasmabewegung, Stoffwechselstörung, Ausfall von Oxal- und Calciumkristallen, Zellnekrose. Leuchtende Bakterien verlieren ihre Lebensfunktion — das Leuchten. In den Hefen liessen sich nach Grenzstrahlenwirkung mit der Dosis bis 15 000 r. keine Veränderungen feststellen.

Verfasser kommt zum Schlusse, dass die biologische Wirkung der Bucky-Grenzstrahlen keine spezifische ist, sie erinnert an die Wirkung von Ultraviolett und Roentgenstrahlen und an diejenige radioaktiver Substanzen.

Л. И. ДЖАПАРИДЗЕ и Т. А. КЕЗЕЛИ

К вопросу о различии в окислительных свойствах тканей двудомных растений

(Получено 26/X 1934)

В недавно опубликованном сообщении „К диагностике пола у конопли“ О. А. Вальтер и М. Ф. Лилиенштерн[1] указывают на вполне определенную окислительную способность тканей тычиночных экземпляров конопли и более высокую восстановительную способность у тканей пестичных экземпляров. Означенными авторами было произведено специальное исследование „с целью разработки диагностики пола у конопли по биохимическим особенностям конуса нарастания, причем преимущественное внимание уделялось сравнительной характеристике окислительно-восстановительных условий в эмбриональной ткани конуса нарастания как мужских, так и женских растений“. По повышенной окислительной способности тканей тычиночных экземпляров авторам удавалось определять не только растения тычиночные, но даже ветки индийской конопли, которые впоследствии развивают только тычиночные цветы.

Это исследование тем более обращает на себя внимание, что, как известно, целым рядом авторов, работавших по диагностике пола, определенно указывается совершенно обратная зависимость между полами и окислительно-восстановительными свойствами их тканей. Для примера можно указать на работы Е. О. Манойлова, О. Манойловой, А. Р. Миненкова и др.,[2] откуда явствует, что женские особи заметно отличаются от мужских именно повышенной окислительной способностью своих тканей не только в животном мире, но и в растительном. Кроме того, установлено также, что хотя окислительная способность и меняется значительно с возрастом организма, все же и на самых ранних стадиях развития, также как и позже, деятельность окислительных ферментов всегда энергичнее у женских особей по сравнению с мужскими. Среди исследованных Манойловым[3], Грюнбергом[4] и Миненковым[5] растений фигурировала также и конопля, конуса нарастания которой дали у Вальтера и Лилиенштерн, как мы выше отметили, противоположные результаты.

Это противоречие в опытах названных авторов побудило нас пересмотреть данные, имеющиеся у нас относительно различий в реакции на пероксидазу у двудомных растений и проверить их новыми наблюдениями.

---

[1] Доклады Акад. наук СССР, т. I, № 8; 515—521 (1934).
[2] Врачебная газета №№ 15, 21—22 (1923); №№ 1 и 5 (1924).
[3] Врачебная газета №№ 21—22 (1924)
[4] Врачебная газета № 5 (1924).
[5] Научно-агрономический журнал № 1 (1924).

Для этой цели из насаждений Тифлисского ботанического сада (преимущественно) нами брались те двудомные растения, тычиночные и пестичные особи которых росли в сравнимых условиях; при этом мы старались, чтобы каждую исследуемую пару составляли бы особи приблизительно одного возраста и одинаково развитые. Исследовалось от 3 до 8 пар каждого вида следующим образом: выравненные бритвой поперечные разрезы стеблей обрабатывались насыщенным спиртовым раствором гваяковой смолы и затем перекисью водорода, после чего следили за быстротой появления синего окрашивания и за его интенсивностью, подобно тому как это делалось одним из нас (Джапаридзе) при изучении конфигурации „спелой древесины“[1]

Посинение наблюдалось во всех случаях, однако оно не везде было одинакового характера, и наиболее интенсивное посинение получалось преимущественно у пестичных особей (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Название растений	Пол	Название растений	Пол
1. *Gingko biloba* L.	пест.	9. *Rumex tuberosus* L.	пест.
2. *Taxus baccata* L.	пест.	*Rumex tuberosus* L. (клубни)	пест.
3. *Cephalotaxus Fortunei* Hook. .	пест.	10. *Melandryum Boissieri* Schischkin	пест.
4. *Juniperus isophyllos* C. Koch. .	пест.	11. *Pistacia mutica* F. et. M. . .	пест.
5. *Ephedra procera* F. et M. . . .	пест.	12. *Acer negundo* L.	тыч.
6. *Morus alba* L.	пест.	13. *Rhamnus Pallasii* F. et M. .	тыч.
7. *Cannabis sativa* L. „Кубинская“	пест.	14. *Rhamnus spathulaefolia* F.et M.	тыч.
8. *Viscum album* L.	пест.	15. *Bryonia dioica* Jacq.	пест.

Исключение составили крушины и клен американский (*Acer negundo* L.); и в весенний период, в мае, и летом у этих растений тычиночные особи постоянно показывали более сильную реакцию на пероксидазу. Все же предполагалось, что такой результат получался вследствие применяемой нами довольно примитивной методики (оценка окраски на-глаз), тем более, что в опытах Манойлова реакция у *Acer negundo* не шла в разрез с реакцией у остальных им исследованных тычиночных растений. Поэтому, чтобы иметь более ясное представление о количественном различии в окислительных свойствах двудомных растений, были произведены следующие наблюдения. Из нескольких (50—100) сложенных вместе тургесцентных листьев брались пробочным сверлом пробы (хвоя и мелкие листья брались целиком), которые взвешивались в бюксе и затем растирались в ступке в равномерную массу. Эта масса переносилась в Эрленмейеровскую колбу и настаивалась в темноте с 25 частями воды в течение суток. Затем настой отфильтровывался, и по 5 $см^3$ фильтрата переносилось в пробирку, куда приливалось 20 $см^3$ свежеприготовленного 0,2% раствора гидрохинона. После определения степени окраски растворов колориметром Дюбоска, пробирки ставились в темный шкаф при 20° С на сутки. Спустя сутки, изменение в окраске опять определялось колориметром. Полученные отношения окраски растворов с вытяжкой из листьев пестичных растений к тычиночным, принятым условно за единицу, приводим в таблице 2-й.

---

[1] Тр. Тифл. ботан. инст., т. I, 257—262 (1934).

ТАБЛИЦА 2

Название растений	До опыта	После опыта	Название растений	До опыта	После опыта
1 *Gingko biloba* L.	0.60	0.67	7. *Cannabis sativa* L. дикораст.:		
2. *Taxus baccata* L.	1.12	1.32	Верхн. листья	0.40	0.52
3. *Cephalotaxus Fortunei* Hook.	1.52	1.52	Кончики побегов	1.00	1.08
4. *Juniperus isophyllos* C. Koch	0,47	0.50	8. *Viscum album* L.	1.35	1.67
5. *Morus alba* L.	1.99	2.24	9. *Pistacia mutica* F. et M.	1.51	1.89
6. *Cannabis sativa* L. „Кубинская"			10. *Acer negundo* L.	1.14	0.94
Старые листья	1.36	3.27	11. *Rhamnus Pallasii* F et M.	0.95	1.00
Молодые листья	0.68	0.76	12. *Bryonia dioica* Jacq	0.84	1.09
Кончики побегов	0.79	1.32			

Из этих данных, представляющих среднее из нескольких определений, видно, что окраска раствора гидрохинона от прибавления к ним вытяжки из листьев пестичных экземпляров к концу опыта становится интенсивнее, у одних растений в меньшей, а у других в значительно большей степени. Следует отметить некоторое расхождение с данными первой таблицы: хорошо заметное различие между „тыч." и „пест." у *Cephalotaxus* и *Juniperus* здесь сглаживается; *Rhamnus* показывает теперь обратное, „правильное" соотношение.

Но у *Acer negundo*, также как и в первом случае, опять тычиночные особи дают окисление сильнее пестичных. Мы не считаем все же себя в праве утверждать, что такое поведение, к тому же противоречащее наблюдениям Манойлова, является обязательным для *Acer negundo*. Возможно, что нам попались экземпляры исключительно нехарактерные, тем более что, как показывают многочисленные наблюдения Миненкова[1], окислительная способность подвержена сильным индивидуальным колебаниям, вследствие чего автору иногда не представлялось возможным отличить реакцию „м" от „ж" у ивы и конопли. Ошибки в диагнозе пола конопли в некоторых опытах у Миненкова достигали 15,5—21%. Вероятно такие отклонения свойственны будут и другим видам. Среди „тыч." *Morus alba* нам попался один экземпляр, показавший окисление более сильное, чем „пест". Такое же положение очевидно можно предполагать и у растений однодомных, но образующих однополые цветы. Из таких растений нами просмотрены *Luffa cylindrica* L., *Ricinus communis* L. и *Zea Mays*, имевшиеся у нас, правда, в ограниченном количестве. Производилась реакция с гваяковой смолой и перекисью водорода на разрезах через цветоножки у первой и основание соцветий у вторых. При этом у *Luffa* цветоножки тычиночных цветов показали более сильную окислительную способность, чем пестичных.

Учитывая все эти отклонения, все же можно сказать, что в общем пестичные растения характеризуются более высокими окислительными способностями.

---

[1] А. Р. Миненков. Попытка к определению пола. Научно-агрономический журнал № 1 (1924); см. опыты 12, 13, 14, 20, 21 и 23.

Интересно, что в некоторых случаях и характер локализации реакции на пероксидазу в тканях осевых органов несколько различается у растений разного пола. Проделывая реакцию с гваяковой смолой и перекисью водорода на срезах и просматривая их затем под микроскопом, нами замечено следующее распределение наиболее интенсивной окраски в тканях (табл. 3)

ТАБЛИЦА 3.

	Название растений	Интенсивно окрашивались	
		У тычиночных особей	У пестичных особей
1	*Gingko biloba* L.	Флоэма	Флоэма и сердцевина
2	*Juniperus isophyllos* C. Koch	Камбиальная зона	Камб. зона и кора вплоть до пробки.
3	*Morus alba* L.	Флоэма	Флоэма и лучи молодой древесины
4	*Rumex tuberosus* L. . . .	Камб. зона и флоэма	Вокруг пучков и в коре под эпидермисом
5	*Melandrium Boissieri* Schischkin	Камб. зона, ксилема	Коровая паренхима, камб. зона, ксилема и сердцевина
6	*Pistacia mutica* F. et M.	Камб. зона, молодые сосуды.	Камб. зона, молод. сосуды и флоэма
7	*Bryonia dioica* Jacq. . .	Края воздухоносной полости	Вся основная ткань
8	*Viscum album* L.	Ксилема	Ксилема и сердцевина
9	*Cannabis sativa* L. . . .	Участки коры и перимедуллярной зоны	Вся кора и вся сердцевина

У других просмотренных растений различие в распределении окраски было не столь явственным, но все же у пестичных особей всегда замечалось более широкое распределение ее.

Таким образом на основе наших наблюдений полагаем следующее:

1. Высокая окислительная способность, в общем, является характерной для тканей стебля и листьев пестичных особей.
2. Данные наших наблюдений вполне совпадают с данными Манойлова, Грюнберг, Миненкова и др., экспериментально доказавших высокую окислительную способность женских особей как из растительного, так и животного мира.
3. Вследствие значительного колебания окислительных свойств у разных индивидуумов, возможны случаи, когда тычиночная особь показывает окисление сильнее пестичной (клен, тута).
4. Такое извращение реакции возможно и в одном и том же экземпляре растения, когда осевые органы показывают одну реакцию, листья же другую (крушина), или когда цветоножка пестичного цветка показывает менее сильное окисление, чем цветоножки тычиночного цветка (люффа); однако такие случаи не так часты и не меняют общей картины различия полов по окислительным реакциям.

Тифлис, Ботан. инст. Зак. Фил. АН. СССР.
Отдел анатомии и физиологии растений.
Июль. 1934.

Литература

1. Миненков А. Р. Попытка определения пола. Научно-агрономический журнал № 1, 1924, 29—47.—2. Грюнберг О. И. Определение пола двудомных растений реакцией Е. О. Манойлова. Врачебная газета № 5, 1924. — 3. Манойлов Е. О. Химическая реакция крови для определения пола у человека и животных. Врачебная газ. № 15, 1923. — 4. Манойлов Е. О. Дальнейшие исследования определения пола у человека, животных и растений. Врач. газ. №№ 21—22, 1923. — 5. Манойлов Е. О. По поводу статьи М. А. Егорова „Реакция Манойлова с кровью людей". Врач. газ., 1924. — 6. Егоров М. А. Реакция Манойлова с кровью людей. Врач. газ., № 24, 1923. — 7. Манойлов Е. О. Определение пола у двудомных растений при помощи химической реакции. Тр. прикл. бот., Отд. селекции (Аутореферат).—8. Бернацкий. Специфические реакции на половые отличия растительных и животных тканей. Врач. газета, 1924. — 9. Манойлова О. Распознавание пола у животных и растений и определение расовых особенностей людей по крови. Успехи Биологической химии, вып. IV, 1926. — 10. Попов В. И. О значении и количественном определении реакции крови по Манойлову. Успехи Биологич. химии, вып. IV, 1926. — 11. В. А. Реакция д-ра Манойлова в применении к грибам. Природа № 10, 1927, 826—827. — 12. Рузинов П. Г. Известия Гос. ин-та опытн. агрономии, V, № 4, 1927. — 13. Б. В. Новое о реакции д-ра Манойлова. Природа № 4, 1928. — 14. Голвяло М. А., Владимирова Г. Е., Виноградов А. П., Оппель В. В. Врачебн. газ. № 13, 1926. — 15. Шмидт А. А. и Перевозская Н. О. Врач. газета № 13, 1926. — 16. Вальтер О. А. и Лилиенштерн М. Ф. К диагностике пола у конопли. Докл. Акад. Наук СССР, т. 1, № 8, 1934, 515 — 521.

L. I. DJAPARIDZE und T. A. KEZELI

Zur Frage über die Unterschiede in den Oxydationseigenschaften der Gewebe zweihäusiger Pflanzen

Zusammenfassung

Von Verfassern wurden folgende Pflanzenarten im Tifliser Botanischen Garten untersucht: 1. *Gingko biloba* L., 2. *Taxus baccata* L., 3. *Juniperus isophyllos C.* Koch, 4. *Cephalotaxus Fortunei* Hook., 5. *Morus alba* L., 6. *Cannabis sativa* L., 7. *Viscum album* L., 8. *Pistacia mutica* F. et M., 9. *Acer negundo* L., 10. *Rhamnus Pallasii* F. et M., 11. *Bryonia dioica* Jacq., 12. *Rhamnus spathulaefolia* F. et M., 13. *Melandrium Boissieri* Schischkin, 14. *Rumex tuberosus* L., 15. *Ephedra procera F. et M.*

Das Oxydationsvermögen der Blätter wurde durch die Wirkung von Wasserauszügen der Blätter auf 0,2% Hydrochinon-Lösung, diejenige der Axialorgane mittels der Reaktion mit Gummiguajaci und H_2O_2 bestimmt. Es erwies sich, dass das Oxydationsvermögen bei weiblichen Individuen immer höher ist, als bei männlichen. Die wenigen Ausnahmen, welche bei Exemplaren einiger Arten beobachtet wurden, verändern nicht das allgemeine Bild.

ТОМ 19 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1934 № 6
TOME 19 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1934 № 6

В. Г. АЛЕКСАНДРОВ и К. Ю. АБЕСАДЗЕ

Материалы к выяснению закономерностей, управляющих образованием сосудов в сосудисто-волокнистом пучке двудольного растения

С 3 рисунками

(Получено 26/XII 1933)

Как известно, в ксилеме сосудисто-волокнистого пучка двудольного, именно в так называемой вторичной ксилеме, нередко образуются весьма разнообразные анатомические элементы.

Санио (Sanio, 1863) предложил классифицировать элементы ксилемы, разделив их на три основных группы: сосудистых, механических и паренхимных образований. Система классификации Санио настолько естественна и удовлетворительна, что и по сие время сохраняет свою силу. Даже наличие переходных форм, иногда в достаточной мере разнообразных, между элементами вторичной ксилемы не лишает классификацию Санио ее общего значения.

Насколько нам известно, мало еще кто занимался исследованием вопроса о том, почему во вторичной ксилеме возникают столь разнообразные анатомические элементы, расположенные однако бок-о-бок в одном и том же участке ксилемы. Протоксилема и так называемая первичная ксилема (метаксилема некоторых авторов) весьма однородны по своему составу. Также однородна вообще ксилема в сосудисто-волокнистых пучках однодольных, представляющая в основной своей массе образование, подобное первичной ксилеме двудольных.

Но протоксилема и первичная ксилема двудольных и почти весь массив ксилемы сосудисто-волокнистых пучков однодольных образуются без участия камбия. Камбий создает только вторичную ксилему высших сосудистых растений.

Итак, как только начал действовать камбий, образуя элементы вторичной ксилемы, строение ксилемы двудольных растений часто становится весьма разнообразным. Иногда разнообразие элементов, входящих в состав вторичной ксилемы, бывает очень резко выраженным.

Наиболее подчеркнуто и в простой сравнительно форме разнообразие элементов вторичной ксилемы выявляется в том случае, если вместе встречаются сосуды и механические элементы (либриформ). Сосуды, обладающие крупным калибром, будучи перемешанными с либриформом, отличающимся вообще сравнительной мелкокалиберностью, резко выделяются в конгломерате элементов, составляющих вторичную ксилему двудольного.

Деятельность камбия по отношению ко вторичной ксилеме проявляется в том, что с более или менее выраженной ритмичностью из камбия возникают все новые и новые элементы ксилемы, располагающиеся следующими друг за другом тангентальными рядами. Чаще всего эти ряды, каждый из них в отдельности, замкнуты в кольцо. Таким путем создаются концентрические слои древесины. Слои бывают то почти непрерывны и однообразны по структуре составляющих их элементов, то в одном и том же слое перемежаются друг с другом элементы, представляющие собой примеры резкого различия величины, очертания и структуры.

Так как всегда в одном и том же тангентальном ряду элементов ксилемы расположены и сосуды и либриформ или иные элементы (Faserntracheiden, трахеиды, древесная паренхима и т. п.), то следовательно камбий в один и тот же момент своей образовательной деятельности создает весьма различные ткани.

На основании ряда исследований и в особенности Иоста (Jost, 1891, 1893), Винклера (Winkler, 1908) и Симона (Simon, 1929) можно предположить с большей долей вероятности, что камбий работает под воздействием особых раздражающих импульсов. Эти импульсы идут преимущественно от листьев или листоподобных образований, находящихся в стадии развития. Иост первый отметил, что у древесных пород в период закладывания и диференциации почек образующиеся элементы древесины отличаются исключительным однообразием калибра и структуры (летняя или так называемая осенняя древесина). В период же развертывания и роста листьев возникают элементы древесины, характерные своим разнообразием (весенняя древесина).

Как же объяснить появление в одном и том же тангентальном слое или вообще концентрическом кольце древесины наряду с ширококалиберными сосудами других узкокалиберных элементов? Все они образованы одним и тем же камбием, клетки которого повидимому совершенно подобны друг другу.

Винклер и Симон исследовали те видоизменения в листовых черешках, какие происходят при укоренении черешков. Структурные изменения центрального цилиндра, которые имеют место в таких укореняющихся черешках, настолько значительны, что при этом черешок с его своебразной специфической структурой превращается в стеблеподобное образование.

Обычно в листовых черешках большинства растений, листья которых не отличаются большой долговечностью, ксилема построена весьма однородно и напоминает по всем признакам первичную ксилему стебля. Следует однако отметить, что деятельность камбия в листовых черешках вообще по всей вероятности существует. Во всяком случае на границе между флоэмой и ксилемой, где должно быть присутствие камбия, очень часто видны сосуды, находящиеся в различных стадиях их оформления. Утолщение массива ксилемы листового черешка хотя и очень медленно, но происходит, в особенности — в базальной части черешка. Мы не считаем еще окончательно решенным вопрос о том, камбиогенного или некамбиогенного происхождения ксилема черешков однолетних листьев. Есть исследователи, которые полагают, что даже так называемая первичная ксилема сосудисто-волокнистых пучков стебля образуется деятельностью камбия, может быть камбия специфической структуры и особого значения. Такого взгляда на возникновение первичной ксилемы придерживается Содей (Thoday, 1922) в своем исследовании над ростом и диференциацией стебля подсолнечника.

Вернемся к краткому рассмотрению результатов исследований Винклера и Симона над укоренившимися черешками. Для удобства разберем сначала работу Симона.

Симон производил свои исследования с листьями различных рас *Begonia Rex*, укорененных черешками в субстрате. Особенно интересные результаты получились с расой „Rita Schmeitz". На черешках таких укорененных листьев через некоторое время возникали побеги. Почти всегда побеги появлялись у основания листовой пластинки, на месте прикрепления ее к черешку, а у вышеупомянутой расы — даже в средней части черешка.

При появлении на черешке побегов и продолжающемся развитии последних строение древесины центрального цилиндра черешка резко меняется: элементы ее становятся разнообразны. Среди мелкокалиберных элементов ксилемы рассеяны крупнокалиберные сосуды. Начинает усиленно работать камбий. При этом выявление деятельности камбия резко меняется: появляются элементы ксилемы, не свойственные нормально ксилеме черешков бегонии. Несомненно, развивающиеся на черешках побеги вносят или даже создают какие-то новые раздражения (Reize), которые сильнейшим образом отражаются на образовательной деятельности камбия.

Винклер изучил структурный метаморфоз листовых черешков ряда растений при их укоренении, и в особенности у *Torenia asiatica*. Результаты исследования Симона вполне подтверждают результаты, полученные Винклером, который работал над вопросом метаморфоза структуры черешков при их укоренении значительно раньше Симона. Винклер также указал, что структурный метаморфоз в черешке происходит в непосредственной связи с развитием побегов на пластинке листа. При этом черешок из дорзивентрального органа превращается в орган, обладающий радиальной симметрией строения. Интенсивность деятельности камбия в укорененном листовом черешке находится в прямой зависимости от величины побегов, образующихся на пластинке листа, прикрепленного к укоренившемуся черешку. Вообще согласно наблюдениям Винклера, если прирост вторичной ксилемы в черешке велик, то сосуды возникают широкополостные. При малом приросте ксилемы часто совсем не образуется сосудов.

Особый интерес имеют приводимые Винклером объяснения причин, которые не только побуждают камбий к деятельности, но при этом заставляют его откладывать сосуды среди продуктов своей работы. Винклер полагает, что эта побуждающая причина — повышение транспирации. И именно самый факт повышения интенсивности транспирации вызывает образование сосудов. Он утверждает, что между величиной транспирации и количеством появившихся сосудов существует строгая пропорциональность. Масса сосудов, образуемая в какой-либо из данных моментов камбием, определяется степенью используемости существующих сосудов, т. е. если в данный момент существующих сосудов недостаточно, дабы удовлетворить повысившуюся транспирацию, то камбий должен образовать сосуды. Если же транспирация каким-либо образом понизилась и с избытком обслуживается существующим наличием сосудов, то камбий новых сосудов не образует.

Из вышеизложенного видно, что Винклер в своем исследовании стоял на несколько иной точке зрения относительно причин, вызывающих разнообразие в выявлении деятельности камбия, нежели Симон. Винклер один из первых пытался подойти к пониманию специфических особенностей камбиальной работы не с точки зрения гипотетических раздражений, а реального физиологического процесса и при том такого активного в смысле формообразовательных возможностей, как транспирация, различная степень интенсивности ее.

По существу Симон примыкает к воззрениям Иоста. Согласно Иосту, причиной деятельности камбия являются раздражения материального или кинетического характера, т. е. специальные раздражители определенного назначения. Пусть эти вещества будут гормонами или подобными им веществами.

Следует отметить, что и Симон в более ранней работе своей над диференциацией тканей в каллюсах некоторых древесных пород (1908) также стремится объяснить возникновение сосудов при различных оперативных воздействиях на растения вариациями в водном режиме соответствующих тканей.

Итак камбий под воздействием соответствующих раздражений, идущих от листовых органов, проявляет весьма разнообразную образовательную деятельность.

Что же собственно собой представляет самый камбий?

Еще Негели (Naegeli, 1858) указал, что в кольце специфической образовательной меристемы оси стебля двудольного растения следует различать два типа камбия: пучковый и межпучковый. Пучковый камбий образует элементы сосудистого пучка, а межпучковый — элементы сердцевинного луча. Оба камбия совершенно различной структуры и образуют в высокой степени различные анатомические элементы. Межпучковый камбий образует только паренхимные элементы. (В редких случаях у тропических форм образуются элементы прозенхимного характера, но вытянутые в радиальном направлении). Пучковый же камбий обязательно создает прозенхимные, вытянутые по длине органа, элементы. Последние уже при дальнейшем развитии могут делиться, превращаясь в паренхимные образования (например—древесная паренхима). Межпучковый камбий по существу своему представляет остатки васкулярной меристемы. Интерес для нашего исследования представляет лишь пучковый камбий.

То, что обычно называют пучковым камбием, у различных растений на поперечных разрезах стеблевых органов представлено участками меристематического характера, расположенными между флоэмой и ксилемой. Эти участки имеют различную толщину. На самом деле, как показали тщательные исследования Санио, результаты которых вполне подтверждены рядом позднейших исследователей, камбий состоит только лишь из одного слоя клеток. Все прочие слои нежных клеток, составляющих массив камбиальной меристематической ткани, есть уже молодые элементы ксилемы и флоэмы, образовавшиеся из камбия, но не достигшие окончательного развития и не утратившие еще эмбрионального характера. Межпучковый камбий тоже, повидимому, однослойный.

Пучковый камбий, подобно межпучковому камбию, возник также из васкулярной меристемы. Различие заключается только в деталях деления клеток, исходных (начальных) для той и другой категорий камбия. По крайней мере в типичных клетках пучкового камбия, как показали исследования Бейли (Bailey 1920), деление происходит весьма своеобразно и отлично от деления клеток межпучкового камбия. Можно предположить, что своеобразие деления клеток пучкового камбия есть результат тех раздражений, которые идут от развивающихся листовых органов.

Следовательно как межпучковый, так и пучковый камбий формируются из обычной и одинаково построенной васкулярной меристемы, но только лишь под воздействием раздражений различного характера и природы.

Согласно предположению Симона, раздражающий фактор, идущий от развивающихся листьев к меристематической ткани стебля и побуждающий ее к метаморфозу в элементы сосудисто-волокнистого пучка, должен быть химической, материальной природы. Распространяется этот фактор по Симону только в вертикальном направлении, вниз, и притом не мгновенно, но совершенно постепенно.

Однако, если предположить, что те раздражения, которые обусловливают диференциацию элементов сосудисто-волокнистого пучка из меристемы, являются химическими веществами, естественно допустить диффузию этих веществ в различных направлениях. Содей и доказывает, что раздражения могут передаваться не только в вертикальном, но и в горизонтальном (тангентальном) направлениях.

Вот это-то теоретическое положение Содей о возможности тангентальных раздражений и заслуживает, по нашему мнению, особого внимания. Наличие тангентально идущих раздражений доказывается также исследованиями Александрова и Александровой (1932) и Александрова с сотрудниками (1932). Излагаемые ниже результаты наблюдений представляют собой более углубленную разработку части последних исследований.

В процессе изучения нами принципов строения стебля лубоволокнистых текстильных растений мы обратили внимание на весьма интересный порядок возникновения первых крупнокалиберных сосудов во вторичной ксилеме сосудисто-волокнистых пучков стебля рами *Boehmeria nivea*. В особенности хорошо это своеобразное явление было выражено в более верхних районах стебля рами.

На рис. 1 изображен полусхематически поперечный разрез стебля рами, выросшего на Черноморском побережье около Сухума. Срез произведен через одно из верхних междоузлий (десятое, считая от основания стебля). Сердцевинные лучи показаны на рисунке толстыми линиями. Из рисунка видно, что сосудисто-волокнистые пучки стебля рами расчленены довольно хорошо выраженными сердцевинными лучами, т. е. достаточно обособлены друг от друга. Кроме того каждый сосудисто-волокнистый пучок в свою очередь расчленен на так называемые элементарные пучки. Понятие об элементарном пучке было введено Дофинэ (Dauphiné, 1906, 1907). Согласно его точки зрения, каждый обособленный сосудисто-волокнистый пучок, например листовый след в стебле каждого двудольного растения, есть собственно аггрегатный пучок, состоящий из нескольких элементарных пучков. Элементарные пучки прекрасно выражены в листовых черешках и в жилках листьев. Но там они почти всегда состоят в ксилемной части своей только из первичной ксилемы. В сосудисто-волокнистых пучках стебля двудольных каждый отдельный элементарный пучок состоит из первичной и вторичной ксилемы, узкой полоски промежуточных еще неоформленных элементов ксилемы, камбия, молодых элементов флоэмы и готовых элементов флоэмы и т. д., т. е. в отдельном элементарном пучке с той же правильностью, полнотой и последовательностью представлены те же анатомические элементы, как и во всем сосудисто-волокнистом пучке или целом массиве центрального цилиндра стебля.

Элементарные пучки отделены друг от друга тоже подобием сердцевинных лучей, т. е. полосками относительно тонкостенной паренхимы. Паренхимные радиальные прослойки, разделяющие между собой отдельные элементарные лучи, в громадном большинстве случаев состоят из меньшего числа рядов клеток, чем сердцевинные лучи, разделяющие аггрегаты элементарных пучков, индивидуальные или синтетические листовые следы.

Массив вторичной ксилемы сосудисто-волокнистых пучков рами состоит из сосудов и окружающих сосуды толстостенных анатомических элементов ксилемы. К числу толстостенных элементов ксилемы стебля рами принадлежат: либриформ, древесная паренхима, образования, представляющие собой среднее между трахеидой и либриформом (Faserntracheiden), и, кроме того, элементы, которые можно собственно назвать заменяющими волокнами, так как в них встречается крахмал. Мы объединим весь этот конгломерат довольно различных по структуре анатомических элементов под общим наименованием „толстостенные элементы ксилемы“. По существу к ним можно бы было применить объединяющее название либриформ, так как число клеток либриформа заметно господствует над прочими толстостенными элементами вторичной ксилемы сосудисто-волокнистой системы стебля рами.

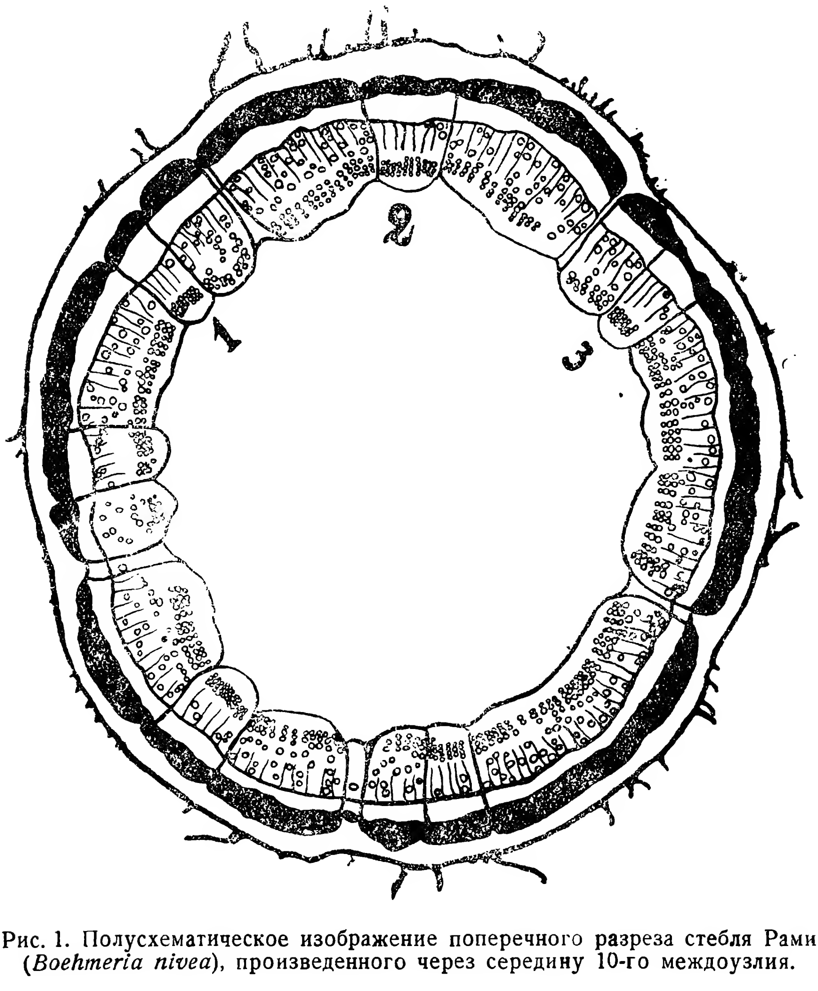


Рис. 1. Полусхематическое изображение поперечного разреза стебля Рами (*Boehmeria nivea*), произведенного через середину 10-го междоузлия.

Сосудов во вторичной ксилеме стебля рами значительно меньше, чем толстостенных элементов. Это во всяком случае имеет отношение к однолетним побегам, с которыми мы производили наше исследование. Сосуды весьма резко выделяются на фоне толстостенных элементов.

Если исследовать один и тот же сосудисто-волокнистый пучок (листовый след) стебля рами, начиная от того узла, где прикреплен лист, под воздействием которого этот пучок развивается, то можно заметить некоторую последовательность в порядке появления первых сосудов во вторичной ксилеме. Как мы уже отмечали, особенно хорошо эта последовательность в появлении первых сосудов вторичной ксилемы у рами выражена в междоузлиях верхних районов стебля. На рис. 1 изображен поперечный разрез средней части 10-го междоузлия.

Проследим это междоузлие, структуру вторичной ксилемы сосудисто-волокнистых пучков его, начиная от узла, вниз, к базису стебля.

Во вторичной ксилеме сосудисто-волокнистого пучка, являющегося листовым следом от листа, прикрепленного к узлу данного междоузлия, в участках пучка, ближайших к узлу, сосудов совсем нет. Весь массив вторичной ксилемы состоит лишь из толстостенных элементов. В более низких горизонтах по длине листового следа сосуды постепенно появляются, и при этом порядок возникновения их подчиняется некоторой законности.

У рами от каждого листа идет в стебель по три листовых следа. На рис. 1 эти три листовых следа, идущие от листа, прикрепленного к узлу 10-го яруса, обозначены цифрами 1, 2, 3.

Как было уже указано выше, на рис. 1 изображен поперечный разрез через середину 10-го междоузлия. На этом уровне в листовых следах от листа 10-го яруса уже образовалось по нескольку сосудов. Вглядимся внимательнее в расположение сосудов.

Так как сосудов в каждом листовом следе образовалось не больше 4, то они естественно не заполняют всего массива вторичной ксилемы листового следа, а сгруппированы в одной из сторон каждого из них. Замечательно то, что во всех трех листовых следах первые сосуды образовались с одноименной стороны.

Уже такой факт появления сосудов только в одной стороне листового следа и во всех трех листовых следах одинаково указывает, по нашему мнению, на наличие каких-то раздражений, распространяющихся в тангентальном направлении по отношению к периферии стебля.

Следует отметить, что этот факт столь своеобразного порядка возникновения первых сосудов в листовых следах рами нами был неоднократно проверен на разных междоузлиях и на разных растениях.

Несомненно, чем раньше возник сосуд в массиве вторичной ксилемы, тем он будет ближе расположен к сердцевине и дальше от камбиальной зоны. Следовательно в исследуемых нами листовых следах наиболее рано возникшими в течение жизни листового следа сосудами вторичной ксилемы, т. е. первым из них, будут сосуды, расположенные с края каждого листового следа.

Ксилема каждого индивидуального листового следа ограничена с обеих сторон более солидными массивами ксилемы, принадлежащими к более обширному комплексу сосудисто-волокнистой системы, которые, следуя терминологии Содей, можно назвать синтетическими листовыми следами.

Из рис. 1 видно, что первому сосуду в индивидуальном листовом следе обязательно соответствует присутствие сосуда в соседнем синтетическом листовом следе.

Возникновение первых сосудов в непосредственной близи соприкосновения индивидуального листового следа с соседним массивом допускает возможность предположить, что от соседнего массива синтетического листового следа исходит какое-то индуцирующее к образованию сосудов воздействие. Это раздражение или причины, обусловливающие появление первых сосудов, повидимому, химической природы и распространение свое начинают от широких сердцевинных лучей, разделяющих оба участка сосудисто-волокнистой системы. Раздражения направляются в обе стороны, в сторону индивидуального листового следа и в сторону синтетического листового следа. Но мы не будем вдаваться в глубину гипотетических предположений. Важно пока подтверждение того факта, что раздражения, обусловливающие возникновение сосудов, распространяются в тангентальном направлении.

Следовательно одних вертикально вниз распространяющихся раздражений, идущих от развивающегося листового органа, недостаточно, чтобы осуществить диференцировку вторичной ксилемы на разнообразно построенные анатомические элементы. Для этого необходимы еще тангентально идущие раздражения.

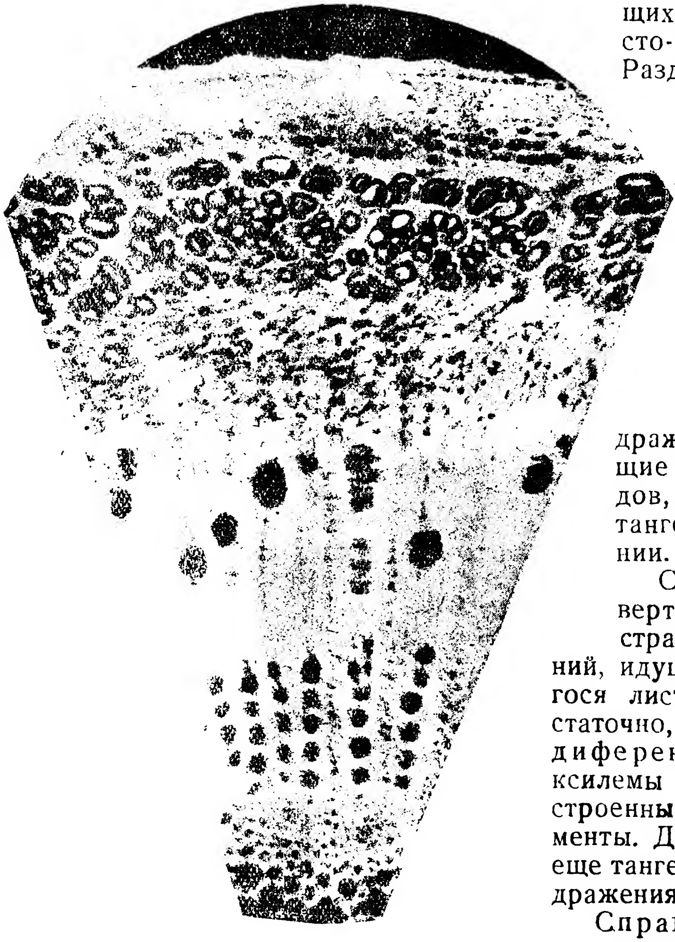


Рис. 2. Микрофотография одного из листовых следов стебля рами, произведенная со среза в районе средней части 10-го междоузлия.

Справедливость нашего предположения о наличии тангентально идущих раздражений при диференциации элементов вторичной ксилемы подтверждается, по нашему мнению, порядком образования последующих сосудов.

Для рассмотрения дальнейшего возникновения сосудов в листовом следе лучше воспользоваться микрофотографией (рис. 2) или детальным изображением одного из листовых следов (рис. 3).

Второй сосуд в листовом следе рами возникает несколько позже первого. Он обнаружен в поперечном срезе междоузлия, проходящем через несколько более нижний участок листового следа. Этот второй сосуд обязательно образуется в следующем, втором от края, элементарном пучке, соседнем с первым. Так как второй сосуд образовался позже первого, то в массиве вторичной ксилемы он расположен ближе к камбиальной зоне, чем первый сосуд бокового элементарного пучка.

Третий сосуд возникает еще позднее, в третьем элементарном пучке, соседнем со вторым элементарным пучком, более во внутрь массива листового следа, и расположен еще ближе к камбиальной зоне.

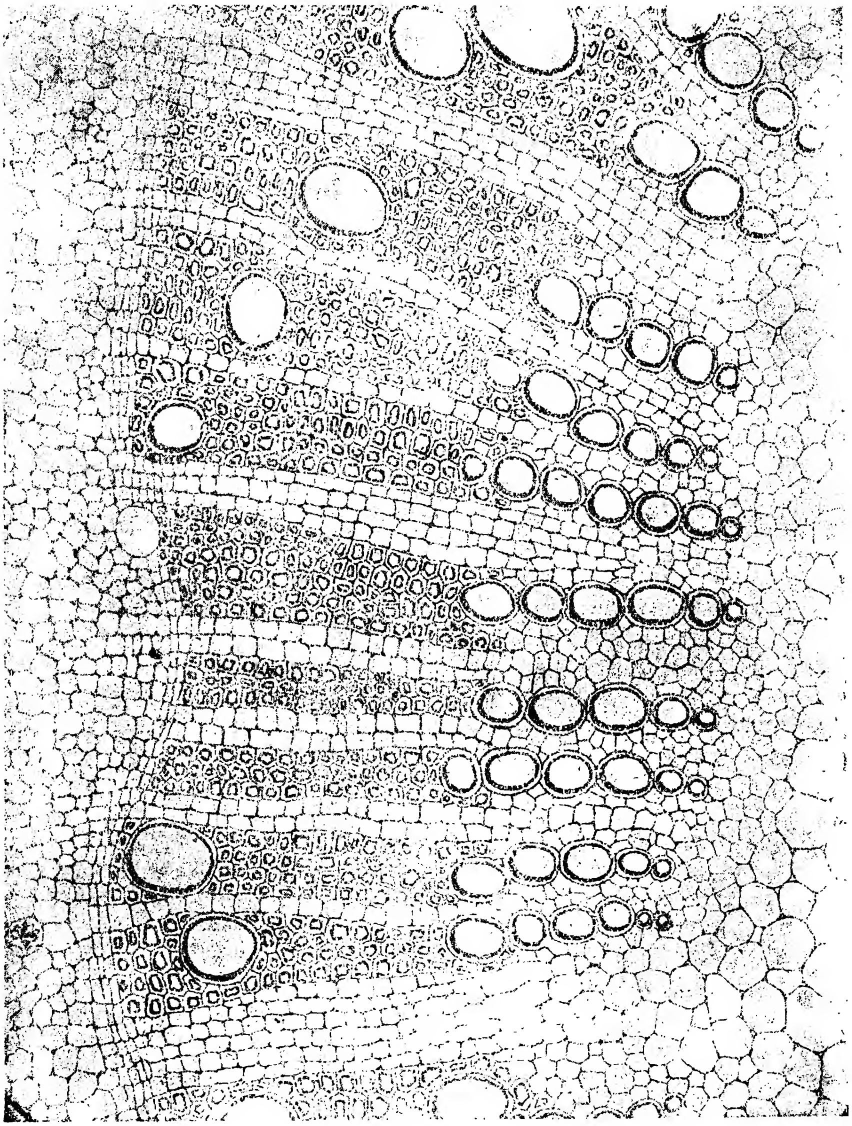


Рис. 3. Детальное изображение одного из листовых следов стебля рами в районе средней части 10-го междоузлия.

Наконец четвертый сосуд, возникающий еще позже, в четвертом, более внутреннем, чем третий, элементарном пучке, заканчивает ряд первых самых ранних по возникновению сосудов вторичной ксилемы листовых следов рами. На наших рисунках (рис. 3, на микрофотографии он плохо вышел) четвертый сосуд захвачен еще в том состоянии, когда он не вышел из зоны молодых пока неоформившихся анатомических элементов, ближайших к камбию.

Такой же процесс постепенного возникновения первых сосудов вторичной ксилемы начинается и с другой стороны листового следа, начиная от второго крупного сердцевинного луча, ограничивающего листовой след. Но этот процесс образования сосудов с другого края листового следа, навстречу направлению возникновения сосудов только что нами описанного, начинается заметно позднее первого.

В листовом следе рами в первое время его существования бывает от 7 до 8 элементарных пучков.

Пока образуются первые сосуды во вторичной ксилеме листового следа, нигде в другом месте массива ксилемы его, кроме указанного нами порядка, новых сосудов не возникает. Т. е. сосуды не образуются ни в более внутренних элементарных пучках, раньше чем в более наружных элементарных пучках, ни в позднее образовавшихся слоях вторичной ксилемы тех элементарных пучков, в которых уже возникли одиночные первые сосуды.

В результате на поперечном разрезе таких участков сосудисто-волокнистых пучков (листовых следов), где захвачено образование 3—4 первых сосудов, последние расположены ступенчато. Самые глубокие по радиальному направлению будут сосуды, возникшие в элементарных пучках, граничащих с сердцевинными лучами, отделяющими листовой след от прочих массивов сосудисто-волокнистой системы, т. е. в самых наружных. В следующих элементарных пучках первые по времени возникновения сосуды с каждым более близким к середине листового следа элементарным пучком будут все ближе к камбиальной зоне, к периферии стебля, т. е. все более и более поздно возникшими по сравнению с сосудами элементарных пучков, более близкими к краю листового следа.

При дальнейшей работе камбия стройность и закономерность расположения сосудов нарушаются. Следующие вновь образующиеся сосуды уже не возникают в таком строгом порядке. При этом каждый вновь возникший сосуд в молодом состоянии его сильно разрастается в ширину и в значительной доле даже только таким процессом оформления своего окончательного калибра нарушает стройность первоначального расположения всех анатомических элементов вторичной ксилемы. Растущий сосуд раздвигает все прочие элементы в разные стороны от себя.

На этом и кончается одна из интересных фаз в процессе формирования вторичной ксилемы сосудисто-волокнистого пучка стебля рами.

Обсудим значение приводимых нами результатов наблюдений.

Возникновение первых сосудов в листовых следах стебля рами, начиная с краевых элементарных пучков, и постепенное распространение процесса новообразования таких первых сосудов вторичной ксилемы в следующих элементарных пучках по направлению от краев к середине листового следа указывают на существование каких-то факторов, обусловливающих образование сосудов вообще.

Факторы, возбуждающие образование сосудов, распространяются в тангентальном направлении. Эти факторы повидимому в некоторой мере специфичны, т. е. они преимущественно являются побуждающей причиной появления сосудов (типичных крупнокалиберных трахей).

Какова же природа этих раздражающих факторов?

О последнем пока можно делать лишь одни предположения.

Сердцевинные лучи несут в некоторые периоды жизни растения много питательных пластических веществ, значительная доля которых может быть высоко осмотически деятельною. Возможно, что с этими осмотически деятельными веществами, находящимися в растворенном состоянии, и передвигаются в обе стороны от сердцевинного луча к камбиальной зоне те вещества, которые обусловливают образование сосудов. Но почему разрастаются лишь некоторые клетки, превращаясь в крупнокалиберные сосуды, а прочие клетки камбия образуют толстостенные мелкокалиберные анатомические элементы вторичной ксилемы, совершенно не ясно.

Наше исследование ограничивается лишь утверждением одного факта, косвенное выявление которого нам удалось наблюдать. Формированием анатомических элементов вторичной ксилемы стебля повидимому управляют два типа раздражающих факторов. Один тип раздражений идет от листьев в стебель по листовым следам вниз вертикально, а другой тип распространяется в центральном цилиндре стебля от сердцевинных лучей в тангентальном направлении. Последний тип раздражений имеет специфическое значение, обусловливая возникновение крупнокалиберных сосудов, и во всяком случае — первых из них.

Литература

1. В. Г. Александров и О. Г. Александрова. О влиянии веток на структуру стебля травянистого растения. Тр. по прикл. бот. ген. и селекц. 1932, серия III, № 2. — 2. В. Г. Александров, К. Ю. Абесадзе, В. А. Нассонов и М. С. Яковлев. Принципы строения стебля некоторых травянистых лубо-волокнистых текстильных растений и методы его изучения. Тр. по прикл. бот., ген. и селекц. 1932, сер. III, № 2. — 3. Bailey. The cambium and its derivative tissues. American Journal of Botany. 1920, 7. — 4. Dauphiné. Recherches sur les variations de la structure des rhizomes. Annales des sc. nat. 1906, 3. — 5. Dauphiné. Sur la structure du rhizome de *l'Artemisia vulgaris* et ses rapports avec l'evolution de la plante. Revue générale de botanique. 1907, 19. — 6. Jost. Ueber Dickenwachstum und Jahresringbildung. Botan. Zeitung. 1891, 49. — 7. Jost. Ueber Beziehungen zwischen der Blattentwickelung und der Gefässbildung in der Pflanze. Botan. Zeitung. 1893, 51. — 8. Naegeli. Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. I. Das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen und die Anordnung der Gefässtränge im Stengel. 1858. Leipzig. — 9. Sanio. Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Botanische Zeitung. 1863, 21. — 10. Simon. Ueber Gewebeveränderungen in den Stielen abgetrennter bewurzelter Blätter von *Begonia Rex*. Jahrb. für wissensch. Botan. 1929. 70. — 11. Simon. Experimentelle Untersuchungen über die Differenzierungsvorgänge im Callusgewebe von Holzgewächsen. Jahrb. für wiss. Botan. 1908, 45. — 12. Thoday. On the organisation of growth and differentiation in the Stem of the Sunflower. Annals of Botany. 1922, 36. — 13. Winkler. Ueber Umwandlungen des Blattstieles zum Stengel. Jahrb. für wissensch. Bot. 1908, 45.

Y. G. ALEXANDROV and K. G. ABESADZE

Contribution to the knowledbe of the regularities governing the origination of vessels in the fibrovascular bundles of dicotyledonous plants

Summary

The formation of the first vessels in the leaf trace of the stem of Ramie (*Boehmeria nivea*), which begins with the elementary bundles of the periphery, and the progressive extension of the process of formation of such first vessels of the secundary xylem to the next elementary bundles, proceeding in the direction from the periphery to the centre of the leaf trace, indicates the presence of factors conditioning the formation of vessels in general.

The factors inducing the formation of vessel spread in tangential direction. They appear to be in some degree specific, i. e. they are the main cause of the appearance of vessels (typical large-sized tracheids).

What is the nature of these stimulating factors? As yet this can only be conjuctured.

At a certain period of the life of the plant the medullary rays carry great quantities of nutritive substances, a considerable part of which may possess a high osmotic activity. Possibly the substances responsible for the formation of vessels together with those osmotically active substances which are in a state of solution move in different directions from the medullary ray towards the cambial zone. It remains however quite obscure, why only some cells should grow into large-sized vessels, while the rest of the cells of the cambium forms thick-walled small-sized elements of the secondary phloem.

In this investigation we confine ourselves to the statement of one fact only whose in direct manifestation we succeeded in observing. The formation of the anatomical elements in the secondary xylem of the stem appears to be governed by stimulating factors of two different types. One type of stimulation moves from the leaves into the stem vertically downwards along the leaf traces, while the other one spreads in the central cylinder of the stem from the medullary rays in tangential direction. The latter type of stimulation in of specific significance, causing the formation of large-sized vessels, at any rate that of the first ones of them.

ТОМ 19 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1934 № 6
TOME 19 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1934 № 6

Н. Н. ВОРОНИХИН

К флоре грибов „черни“ Крыма и Кавказа

С 1 рис. и 1 табл.

(Получено 10/I 1934)

Образование сажистых налетов на листьях и побегах различных древесных и кустарных пород, а также травянистых растений, так называемая „чернь“ листьев, представляет широко известное явление. В пределах нашего Союза распространение черни, как болезни культурных растений, приобретает большое значение в южных широтах, в районе ценных культур цитрусов и чая, а также и некоторых декоративных кустарных и древесных пород.

Как известно, сущность вредного влияния черни на пораженное растение сводится к понижению ассимиляционной деятельности листьев, а также и процесса дыхания. В результате, сильное развитие пленок черни ведет к явлениям увядания и к потере урожая.[1]

Но если в общих чертах как картина поражения чернью, так и сущность патологического влияния черни на пораженное растение является общеизвестным, то в деталях наши сведения о грибах черни удивляют своей недостаточностью и наивностью. Прежде всего обращает на себя внимание наше полное незнание систематического состава грибов, образующих чернь. Обычно в гербариях и в литературе они приводятся под именем *Fumago vagans* Pers., названием, не имеющим никакого систематического значения.

Некоторые авторы предпочитают наименование *Capnodium*, а иногда даже *Apiosporium*, выбирая видовое название, повидимому, условно, сообразуясь с растением-хозяином (*Capnodium salicinum* Mntg., *Capnodium Citri* Penz. и т. п.). Здесь не место входить в подробную критику таких определений, что я предполагаю сделать в другой статье; отмечу лишь, что уже мои исследования, проведенные в 1914 г. над чернью Сочинского округа, показали, какое разнообразие видового состава таится в сажистых пленках черни [2]. Классические работы Негера (Neger) [3], а затем Тенгваля (Tengwall) [4], применивших метод культур грибов черни, обнаружили сложный комплекс разнообразных грибов и даже водорослей[1], входящих в состав черневых пленок[2].

---

[1] Nicolas G. De l'influence qu'exercent les fumagines sur l'assimilation chlorophyllienne et la respiration. Revue gén. de Botanique, 25, 1913, p. 385; см. также реф. А. Ячевского в Тр. Бюро по прикл. ботан., VII, 1914, стр. 158.

[2] Воронихин Н. О грибах, обусловливающих образование „черни“ на листьях древесных пород в Сочинск. округе. Тр. Бюро прикл. ботан., VIII, 1915, стр. 769. Woronichin N. Zur Kenntnis der Morphologie u. Systematik der Russtaupilze Transkaukasiens. Annal Mycol. XXIV, 1926, p. 231. (Коллективный труд слушателей ИЗИФ в 1923—24 гг. под руководством Н. Воронихина).

[3] Neger F. Experimentelle Untersuchungen über Russtaupilze. Flora. N. F., 10, 1918, p. 67.

[4] Tengwall T. Untersuchungen über Russtaupilze. Mededeel. Phytop. Labor. „Willie Commelin Scholter“. Baarn, VI, 1924, p. 34.

Трудно допустить, чтобы биология всех этих грибов была вполне тождественна и не давала бы никаких данных для варьирования приемов борьбы с заболеванием. Что в вопросе о биологии грибов черни не все обстоит благополучно, видно уже из того, что нам до сих пор не вполне ясны условия питания черневой пленки. Цопф (Zopf) показал, что питательным субстратом для черни является сахаристая жидкость, выделяемая листовыми тлями[3]. Эта связь развития черни с присутствием тлей отмечается во всех фитопатологических руководствах. Отдельные исследования также подтверждают указанное положение Цопфа[4]. Однако, существует взгляд, что субстратом для роста черни могут служить не только выделения различных тлей, но и вещества, непосредственно выделяемые эпидермисом листьев[5]. Некоторые примеры в пользу последней точки зрения мы находим в тех же наблюдениях Фокина[6].

По мнению Тенгваля, в тропиках и в оранжереях присутствие черни причинно связано с тлей, но для питания черни на хвойных и вечно-зеленых породах наших широт существенным является то обстоятельство, что среди черни находятся водоросли, образуя симбиоз, напоминающий лишайник[7]. Интересны попытки Тенгваля искусственного заражения в оранжереях различных растений грибками черни. Эти опыты не дали ясного ответа на то, насколько необходимым является для черни присутствие щитовок на растениях, так как взятые для опыта виды черни так же хорошо развивались, повидимому, и на чистых листьях. То же показали и наблюдения в оранжереях, где многие совершенно свободные от тлей растения были все же покрыты чернью. Особенно независимыми в этом отношении оказались эпифилльные формы *Cladosporium herbarum* Link[8], кстати сказать, наиболее распространенного вида черни.

Таким образом, новейшие исследования выдвигают на очередь ряд существенных вопросов как в области систематики, так и биологии грибов черни.

В связи с прежними моими работами по систематическому составу черни Кавказа мне казалось не лишенным интереса сравнительное изучение крымских видов черни. В 1927 г., по моей просьбе, С. Л. Стрелиным и его сотрудниками была собрана небольшая коллекция образцов „черни“ на листьях различных, преимущественно, декоративных кустарных, а также древесных пород в Никитском саду (Крым) и его окрестностях. Эта коллекция пополнилась затем моими сборами в районе Крымского госзаповедника (1929).

---

[1] Tengwall T. Ueber einen bisher unbekannten Fall von Symbiose von Algen und Pilze. l. c., p. 52.

[2] Из русских микологов культурами грибов черни занимался А. Лобик в лаборатории Терской ст. защиты растений; интересные материалы его исследований, к сожалению, до сих пор не опубликованы.

[3] Zopf W. Die Konidienfrüchte von *Fumago*. Nova acta der K. Leopold. Carol. Deutsch. Akad. d. Naturforsch., XL, 1878, p. 267—271.

[4] Фокин А. К экологии „черни“ — *Fumago vagans* Pers. Болезни растений. 14, 1925, стр. 29.

[5] Prillieux E. Maladies des plantes agricoles etc., II, 1897, p. 42: „... matières qui sont sécretées par l'epiderme qu'elle (la fumagine) recuvre“....

[6] Фокин А. l. c., стр. 30.

[7] Tengwall T. Ueber einen bisher unbekannten Fall von Symbiose von Algen und Pilze, l. c., p. 52.

[8] Tengwall T. Untersuchungen über Russtaupilze, l. c., p. 50.

Исследование показало, что грибы „черни“ представляют собой довольно распространенное явление в указанных районах южного побережья Крыма, но далеко не достигают такого развития, как это наблюдается на побережьи и в горах западного Закавказья, наиболее изученной в этом отношении местности нашего Союза [1]. Обращает на себя внимание частое нахождение на листьях разнообразных кустарных и древесных пород грибка *Cladosporium herbarum* Link в его эпифилльной форме, тип „черни“, редко наблюдавшийся мною в Закавказьи.

В районе Никитского Сада оказался также весьма обычным новый представитель группы *Atichiales* — *Seuratiopsis epiphylla* Woronichin, встречающийся в качестве „черни“ на разнообразных представителях декоративных кустарников Ботанического сада. Внешнее сходство конидиальных подушечек этого грибка с молодыми стадиями развития *Atichia glomerulosa* (Ach.) Stein побудило меня вновь пересмотреть некоторые материалы кавказских *Atichia*, среди которых мне и удалось обнаружить присутствие конидиальных плодоношений, тождественных с таковыми *Seuratiopsis epiphylla*, как примесь к подушечкам типичных *Atichia glomerulosa* (Ach.) Stein. Таким образом, настоящая заметка вносит некоторые дополнения к ранее опубликованным мною данным по распространению на Кавказе представителей группы *Atichiales*.[2]

Из других грибков „черни“, общих с кавказскими, отмечу *Capnodium Persoonii* Berk. et Desm., *Triposporium commune* Woronich. и *Sclerotiomyces colchicus* Woronich. Что касается последнего, то подобно многочисленным образчикам этого гриба, найденным мною и В. Семашко[3] в разное время года в различных местностях западного побережья Кавказа в стадии пышно развитого вегетативного мицелия с постоянно стерильными обильными перитециями, и образцы из Крыма характеризовались также стерильными плодоношениями. Грибок был обнаружен мною пока в одном лишь местонахождении в Крыму в ущелье р. Пескур (Крымский госзаповедник) на листьях лещины, граба и липы, в смеси с другими грибками „черни“.

Таким образом, при наличии ряда общих с закавказскими видов, состав флоры грибов „черни“ Крыма представляется значительно беднее такового в Закавказьи. Отсутствие родов тропического распространения, свойственных однако Закавказью, наличие обычных видов *Triposporium*, *Capnodium*, а также *Seuratiopsis*, без сомнения распространенного в своей конидиальной форме в некоторых местностях Зап. Европы, и, особенно, значительное развитие *Cladosporium herbarum* Link, всюду обычного вида „черни“, лишает флору грибов крымской „черни“ специфических черт, столь выпукло представленных в флоре „черни“ Закавказья.

Обработка материала для настоящей статьи была начата мною в Ботаническом музее Академии наук и закончена в секторе общей фитопатологии ВИЗР'а.

---

[1] Воронихин Н. О грибах, обусловливающих образование „черни“ на листьях древесных пород в Сочинском округе. Труды Бюро прикл. ботан., VIII, 1915, стр. 769. Woronichin N. Zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Russtaupilze Transkaukasiens. Annal. Mycol., XXIV, 1926, p. 231.

[2] Воронихин Н. Грибные вредители культурных и дикорастущих полезных растений Грузии в 1919 г. Зап. Научно-прикл. отд. Тифлисского ботан. сада, II, 1920. Материалы к флоре грибов Кавказа. Труды Ботан. музея Ак. наук, XXI, стр. 98.

[3] По словесному сообщению В. К. Семашко.

Систематический список грибов

1. **Seuratiopsis epiphylla** Woronich., gen. et sp. nov. (Стр. 558—таб. I, рис. 1—6). Плодоношения гриба представляют черные студенисто-хрящеватые подушечки, поверхностно сидящие на листьях, при рассматривании сверху большей частью округлой формы, 80—100 μ в диаметре, с одним выводным отверстием, или до 150—200 μ в диаметре и тогда с 2—4 отверстиями; реже плодоношения имеют слабо-лопастную форму, размером до 350×260 μ, большею частью с одним выводным отверстием в каждой лопасти. Ткань подушечек состоит из бесцветных шаровидных клеток, диаметром в 5,4—7—13 μ (иногда всего 3,6 μ), слагающихся в рыхло расположенные, разветвленные четки, образующие род сети, ячейки которой заполнены студенистой массой. Ближе к периферии четки располагаются более тесно и идут параллельными рядами перпендикулярно к поверхности плодоношения; здесь диаметр слагающих их клеток уменьшается до 5—3,6 μ, а окраска ближайших к поверхности 1—2 рядов клеток приобретает оливковый оттенок.

Шаровидные перитеции, диаметром в 40—63 μ, залегают в тканях плодоношений близ верхней поверхности их, образуя тонкие прозрачные стенки из пара-прозенхимных, тесно сближенных, почти бесцветных клеток. В полостях перитециев образуются сумки овальной формы, слегка суженные к основанию в короткую ножку, размером в 23—30×8,6—9 μ, с редкими нитевидными бесцветными парафизами в 1,5 μ толщины. Аскоспоры бесцветные, одноклетные, веретеновидные, 9—12,6×3—3,6 μ, расположенные в сумке почти двурядно.

Форма и строение подушечек с конидиальным плодоношением те же, что и округлых подушечек с плодоношением сумчатым, с тою лишь разницей, что на верхней поверхности конидиальных подушечек наблюдается довольно значительное округлое углубление, обрамленное лоскутками поверхностной ткани плодоношения. Дно углубления занято сплошной массой почечек. Последние имеют гроздевидную или округлую несколько приплюснутую форму; размер их 19,8—27×18—27 μ, высота 10,8—18 μ. Почечки состоят из шаровидных клеток оливково-буроватого цвета, непостоянного диаметра от 2,7 μ до 3,6—4,5 μ; в некоторых крупных почечках, диаметр которых доходит до 40 μ, размер отдельных клеток достигает до 5,4—7 μ. Диаметр конидиальных подушечек 80—260 μ.

По строению своего плодоношения наш гриб несомненно относится к ряду *Atichiales*, отличаясь от обоих известных родов этого ряда (*Phycopsis* Mag. et Pat. и *Seuratia* Pat.) своими одноклетными спорами.

Плодоношения с почечками (propagula), повидимому, относятся к этому же грибу, поскольку о том можно судить по совместному нахождению обоих типов плодоношения на одном и том же листе пораженного растения. По характеру своих округлых или гроздевидных почечек (propagula) эти плодоношения напоминают *Seuratia Tonduzii* Mang. et Pat.[1], а с другой стороны *Heterobotrys paradoxa* Sacc.[2] и подвид последнего, subsp. *chilensis* Sacc. et Syd.[3]. *Heterobotrys pa-*

---

[1] Mangin L. et Patouillard N. Les *Atichiales*, groupe aberrant d'*Ascomycetes* inferieurs. Compt. Rend. des Séances de l'Acad. des Sciences, CLIV, 1912, p. 1476, tab. I, I—II.

[2] Saccardo P. Conspectus generum fungorum Italiae inferiorum, nempe ad *Sphaeropsidales, Melanconieas* et *Hyphomyceteas* pertinentibus, systematica sporologico dispositorum. Michelia, Num. VI. 1880, p. 21.

Saccardo P. Fungi gallici lecti a cl. viris Brunaud, Letendre, Malbranche, Therry v. editi in Mycotheca Gallica C. Roumegueri. Series II. Michelia, Num. VI, 1880, p. 124.

Saccardo P. Sylloge fungorum, IV, p. 267.

[3] Sydow H. et P. Novae Fungorum species. Annal. Mycol., 2, 1904, p. 172.

radoxa поселяется на верхней поверхности листьев *Evonymus japonicus* и *Citrus* и известен из Франции и Италии. Впрочем, гриб этот описан Саккардо совершенно неправильно. В приведенных работах автор описывает у грибка мицелий с двоякого рода конидиями: крупными гиалиновыми, диаметром до 12 μ, образующими цепочки, едва отличающиеся по внешности от мицелия, и мелкими буроватыми, диаметром в 6 μ, собранными в клубочки. Такому описанию вполне отвечает и рисунок гриба у Саккардо[1] и у Линдау[2]. Саккардо[3] считал *Heterobotrys* конидиальной формой рода *Capnodium*, а несколько позднее рассматривал его, как конидиальную стадию *Meliola Penzigi* Sacc.[4]

Что первоначальное описание гриба не точно, видно уже из того, что в XVII томе (1905) Sylloge Саккардо сближает свой гриб с родом *Seuratia*, считая его или конидиальной формой, или молодой стадией развития какого-либо гриба этого рода.[5]

Так же поступил и Хёнель (Höhnel), отнеся *Heterobotrys paradoxa* к роду *Atichia*; в род *Atichia* ставит его и Коттон (Cotton)[6].

Таким образом очевидно, что „макроконидии" *Heterobotrys* в действительности являются вегетативными клетками стенок плодоношений, а группы „микроконидий" — почечками (propagula). Последние собраны клубочками и в этом отношении сходны с почечками моего гриба, так что можно было бы предполагать тождество обоих грибков, но в примечании к стр. 769 тома XXII Sylloge fungorum Саккардо указывает, что его *Heterobotrys paradoxa* вполне совпадает (congruit) с *Seuratia Tonduzii* Mang. et Pat. Повидимому, впрочем, и это последнее замечание Саккардо ошибочно, так как плодоношения *S. Tonduzii* отличаются своей звездчато-ветвистой формой, достигая размеров 5—6 *мм* в диаметре и образуя рассыпанные по поверхности плодоношений корзиночки с почечками.[7]

Как я указывал выше, Саккардо нигде не дает описания формы плодоношений *Heterobotrys paradoxa* и размеров их, но табличка в Fungi italici, 2, tab. 807, изображающая внешний вид грибка на листьях *Evonymus*, рисует эти плодоношения в форме мелких черных точек. Все это приводит меня к убеждению в тождестве *Heterobotrys paradoxa* с конидиальными плодоношениями моего грибка. Что *Heterobotrys paradoxa* отличается от *Seuratia Tonduzii*, подтверждает также и Коттон[8], имевший в руках оригинальные образчики гриба Саккардо.

Таким образом, если тождество конидиального плодоношения найденного грибка с *Heterobotrys paradoxa* не подлежит сомнению, то сумчатая форма его является несомненно новым родом *Atichiales*, так как сумчатые стадии, описанные в литературе под родовыми названиями *Atichia* и *Seuratia*, отличаются своими двуклетными аскоспорами.

---

[1] **Saccardo** P. Fungi italici, II. Patavii, 1877—1886, Tab. 807.

[2] **Lindau** in Engler A. und Prantl K. Die natürlichen Pflanzenfamilien, T. 1, Abt. 1, XX, 1900, p. 459, f. 237 B.

[3] **Saccardo** P. Conspectus generum, l. c., p. 21.

[4] **Saccardo** P. Sylloge fungorum, I, p. 70.

[5] **Höhnel** F. *Atichia Treubii* v. Höhnel (*Saccharomycetes*). Annal. du Jardin Bot. de Buitenzorg. 3-me suppl., 1-e part., 1910, p. 22 и p. 27.

[6] **Cotton** A. The genus *Atichia*. Bull. of miscell. inform., 1914, London, p. 62.

[7] **Mangin** L. et **Patouillard** N. l. c., p. 1475, p. 1480.

[8] **Cotton** A. l. c., p. 61.

Здесь уместно было бы коснуться вопроса о номенклатуре грибов из группы *Atichiales*. Тип этой группы, описанный первоначально Ахариусом (Acharius) в качестве лишайника, *Collema glomerulosum*[1], был перенесен затем Флотовым (Flotow) в новый род *Atichia*[2] Flotow (*Atichia Mosigii* Fw.). Недостаточно описанный, он был затем подробно изучен Мильярде (Millardet)[3], который наблюдал у гриба разветвленные четки округлых или овальных конидий, собранных в своеобразные букетики. Сумчатое плодоношение типа *Atichiales* было впервые описано Рациборским (Raciborski) для гриба, отнесенного им в род *Atichia* благодаря крайнему сходству в структуре вегетативного тела[4]. В 1904 г. Патуйяр (Patouillard) установил новый род сумчатых грибов, род *Seuratia*[5]. Тип этого рода *Seuratia coffeicola* Pat., по мнению Хёнеля[6], тождествен с упомянутым только что *Atichia Millardetii* Racib.

Не входя в дальнейшее рассмотрение истории грибков ряда *Atichiales*, прекрасно изложенной в выше цитированных работах Хёнеля и Коттон, отмечу лишь, что оба названные автора считают приоритет за родовым названием *Atichia*, относя *Seuratia* в синонимы к последнему. Иного взгляда придерживаются Манжэн и Патуйяр (Mangin et Patouillard).[7] Эти авторы считают необходимым во избежание путаницы называть *Atichia* формы стерильные и недостаточно изученные, лучше же изученные формы относят к родам *Seuratia* Pat. и *Phycopsis* Mang. et Pat. К этой точке зрения я присоединился бы, изменив лишь несколько мотивировку французских авторов и относя к родам *Seuratia* и *Phycopsis* сумчатые стадии группы *Atichiales*, а к роду *Atichia*—формы не только стерильные, но и конидиальные стадии только что упомянутых родов.

В изученных мною коллекциях *Seuratiopsis epiphylla* был обнаружен в следующих местонахождениях (все образцы на листьях):

Крым.

1. *Laurus nobilis* L. Никитск. сад, 6/X-27 г., собр. С. Стрелин (conid.)
2. *Laurus nobilis* L. Никитск. сад, 13/V-27 г., собр. С. Стрелин (conid.), вместе с *Cladosporium herbarum* Link.
3. *Laurus* sp. Ливадия, 21/VI-27 г., собр. С. Стрелин (asci).
4. *Buxus sempervirens* L. Никитск. сад, 13/V-27., собр. С. Стрелин (conid.).
5. *Laurocerasus officinalis* M. K. Никитск. сад, 31/V-27 г., собр. С. Горбань (conid.), вместе с *Cladosporium herbarum* Link.
6. *Pittosporum tobira* Ait. Никитск. сад, 13/V-27 г., собр. Ю. Ульянов (conid.); вместе с *Cladosporium herbarum* Link.
7. *Pittosporum* sp. Никитск. сад, приморский парк, 22/VII-27 г., собр. С. Стрелин (conid.).
8. *Ligustrum vulgare* L. Никитск. сад, парк, 9/V-27 г., собр. С. Стрелин.

---

[1] Acharius E. Lichenographia universalis. Gottingae, 1810 p. 641. Его же-Synopsis methodica lichenum, Lundae, 1814, p 318.

[2] Flotow J. Ueber Collemaceen. Linnea, XXIII, 1850, p. 150.

[3] Millardet M. Des genres *Atichia* Fl., *Myriangium* Mont. et Berk., *Naetrocymbe* Krb. Mémoire pour servir à l'histoire des Collemacées. Mémoire Soc. Sc. Nat. Strassbourg, VI, 1868, p. 60.

[4] Raciborski M. Parasitische Algen und Pilze Javas III. Botan. Inst. zu Buitenzorg, 1900, p. 49. Raciborski M. Parasitische u. epiphytische Pilze Javas. Bulet. de l'Acad. Sc. Cracovie, 1909, p. 346—394.

[5] Patouillard N. Description de quelques champignons nouveaux des iles Gambier: Bull. Soc. Mycol. France, XX, 1904, p. 136.

[6] Höhnel F., l. c., p. 21.

[7] Mangin L. et Patouillard N., l. c.

Кавказ.

9. *Citrus* sp. Зеленый мыс, 4/VIII-1919 г., собр. Н. Воронихин (conid.).
10. *Ilex aquifolium* L. Гурия, в горах над Вакис-Джвари, 6/IX-20 г., собр. А. Гроссгейм (conid.).
11. *Laurus nobilis* L. Сухум, Ботанический сад. X. 1920, собр. В. Семашко (conid.).
12. *Laurocerasus officinalis* M. K. Гагры, долина р. Жоэквары, 9/VIII-12 г., собр. Н. Воронихин; вместе с *Atichia glomelurosa* (Ach.) Stein.

Seuratiopsis gen. nov.

Thallis epiphyllis, pulvinatis, atris, cartilagineo-gelatinosis, ambitu irregulariter rotundatis vel subsinuosis, e cellulis hyalinis subglobosis in torulas ramosas, quasi rete laxum efformantes, dispositis et in massa mucosa inclusis contextis; cellulis ramorum torulosorum superficialium densius parallele congestorum minoribus, hyalinis, extimis viride-olivaceis. Peritheciis sub superficie thalli positis, globosis, in thallis ambitu rotundatis—singulis vel binis, in thallis ambitu subsinuosis—paucis, parietibus tenuibus, contextu hyalino paraprosenchymatico. Ascis ovalibus, brevissime pedicellatis, paraphysibus paucis filiformibus, hyalinis; sporis unicellularibus, fusiformibus, hyalinis, subdistichis.

Thallis conidiiferis pulvinatis, ambitu subrotundatis, ad verticem concavis; cavitate ad marginem contextu thalli fisso circumdata et propagulis botryoideis dense repleta.

Seuratiopsis epiphylla sp. nov.

Thallis pulvinatis, ambitu irregulariter rotundatis—80—260 μ diam.; thallis ambitu subsinuosis—usque ad 350 μ longis, 260 μ latis; cellulis torularum hyalinis, 5,4 — 7 — 13 μ (rarius 3,6 μ) diam., cellulis ramorum torulosorum superficialium 5 — 3,6 μ diam. Peritheciis 40 —63 μ diam., ascis 23 — 30×8,6 — 9 μ, paraphysibus 1,5 μ crassis, sporis 9 — 12,6×3 — 3,6 μ.

Thallis conidiiferis (*Heterobotrys paradoxa* Sacc.) 80 — 260 μ diam., propagulis 19,8 — 27 μ longis, 18 — 27 μ latis, 10 — 18 μ altis, cellulis propagularum globosis, olivaceo-brunneis, 2,7 — 3,6 — 4,5 μ diam., in propagulis majoribus (usque ad 40 μ diam.) —5,4 — 7 diam.

Hab. in Tauria: in foliis vivis *Lauri nobilis* L., *Lauri* sp., *Buxi sempervirentis* L., *Laurocerasi officinalis* M. K., *Pittospori tobira* Ait., *Pittospori* sp., *Ligustri vulgaris* L. in Horto Botanico Nikitensi V—X 1927, lg. S. Strelin et J. Ulianov. In Caucaso: in foliis vivis *Citri* sp., Zelenyj Mys, 4/VIII 1919, lg. N. Woronichin (conid.); in fol. viv. *Ilicis aquifolii* L., Guria, Vakis-Dzvari, 6 IX 1920, lg. Grossheim (conid.); in fol. viv. *Lauri nobilis* L., Suchum, Hortus Botanicus, X, 1920, lg. V. Siemaško (conid.); in fol. viv. *Laurocerasi officinalis* M. K., Gagry, 2 VIII 1912, lg. N. Woronichin.

2. *Atichia glomerulosa* (Ach.) Stein. Flechten in Krypt. Flora von Schlesien, II, 2, 1879, p. 356.

В виду того, что в русской микологической литературе не имеется удовлетворительных рисунков этого грибка, считаю не лишним дать изображение внешнего вида конидиальных подушечек *A. glomerulosa* (рис. 1) и его „почечек“ (табл. 1, рис. 7 и 8). Сопоставление их с рисунками *Seuratiopsis* дает наглядное представление о различиях в структуре подушечек и почечек обоих грибков (срав. табл. 1, рис. 1 — 5).

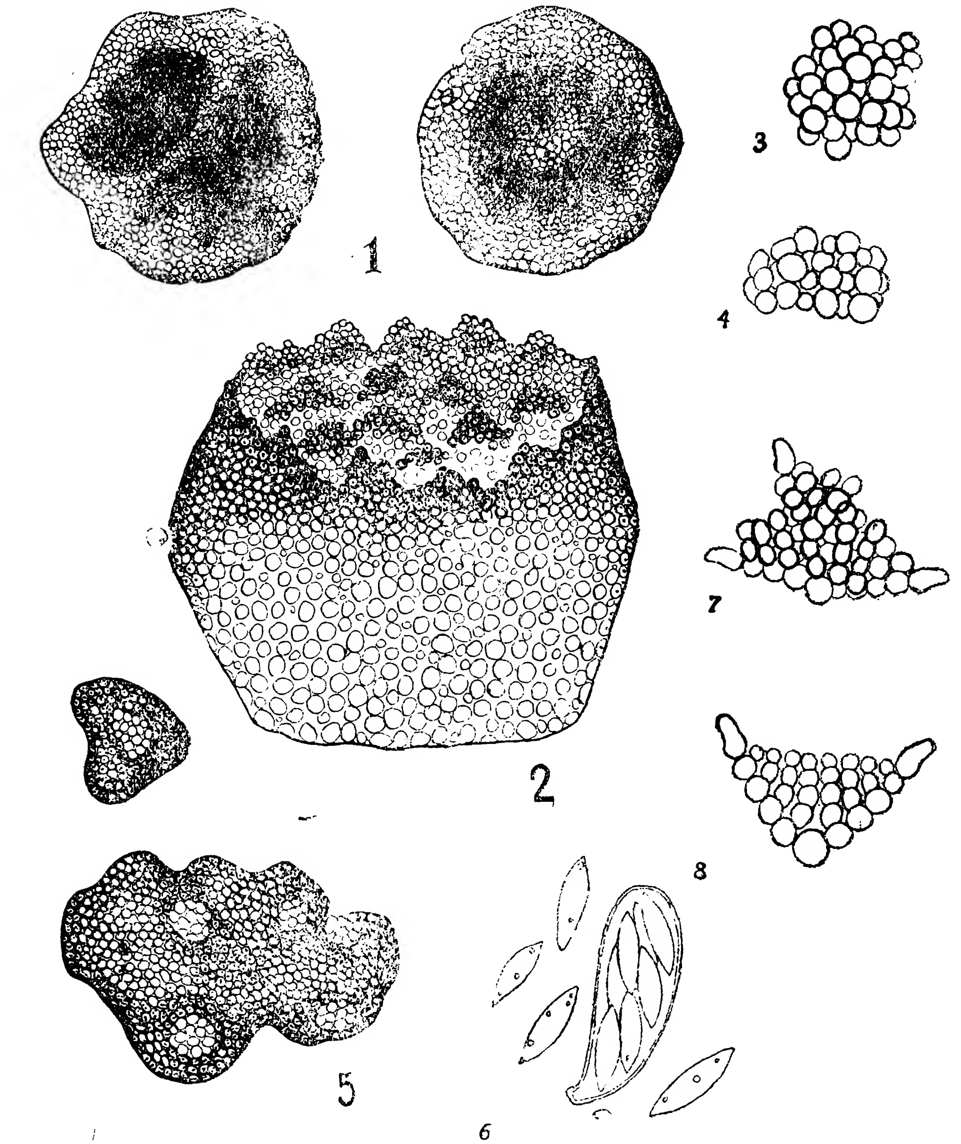


Таблица 1

Рис. 1. *Seuratiopsis epiphylla* Woronich. Вид сверху подушечек гриба с конидиальным плодоношением. Увелич. в 50 раз.

Рис. 2. То же; вид сбоку; на раскрытой верхушке подушечки видны группы почечек. Увелич. в 100 раз.

Рис. 3. То же; почечка, вид сверху. Увелич. ок. 4, об. 1/12 Лейца.

Рис. 4. То же; почечка, вид сбоку. Увелич. то же.

Рис. 5. То же; вид сверху двух подушечек гриба с сумчатым плодоношением; бледные пятна — просвечивающие перитеции. Увелич. в 50 раз.

Рис. 6. То же; сумка и споры. Увелич. ок. 4, об. 1/12 Лейтца.

Рис. 7. *Atichia glomerulosa* (Ach.) Stein. Почечка гриба; вид сбоку. Увелич. то же.

Рис. 8. То же; почечка в оптическом сечении. Увелич. то же.

(Рисунки 1, 2, 5, 7 и 8 исполнены с препаратов художницей Ботанического музея Ак. наук Л. М. Коптевой. Рис. 3, 4 и 6 исполнены в туши ею же по карандашным эскизам автора).

Кавказ.

Все образцы на листьях.

1. *Citrus aurantium* Risso. Зеленый Мыс, бывш. дача Баратова, 4/VIII-1919, собр. Н. Воронихин.
2. *Ilex aquifolium* L. Цебельда, X, 1913, собр. Ю. Воронов.
3. *Laurus nobilis* L. Сухум, Ботанический сад, X. 1920, собр. В. Семашко.
4. На хвое *Picea orientalis* Carr. Боржом, 1914 г., собр. И. Палибин.
5. *Laurocerasus officinalis* M. K. Гагры, долина р. Жоэквары, 9/VIII-1912, собр. Н. Воронихин вместе с *Seuratiopsis epiphylla* Woronich.

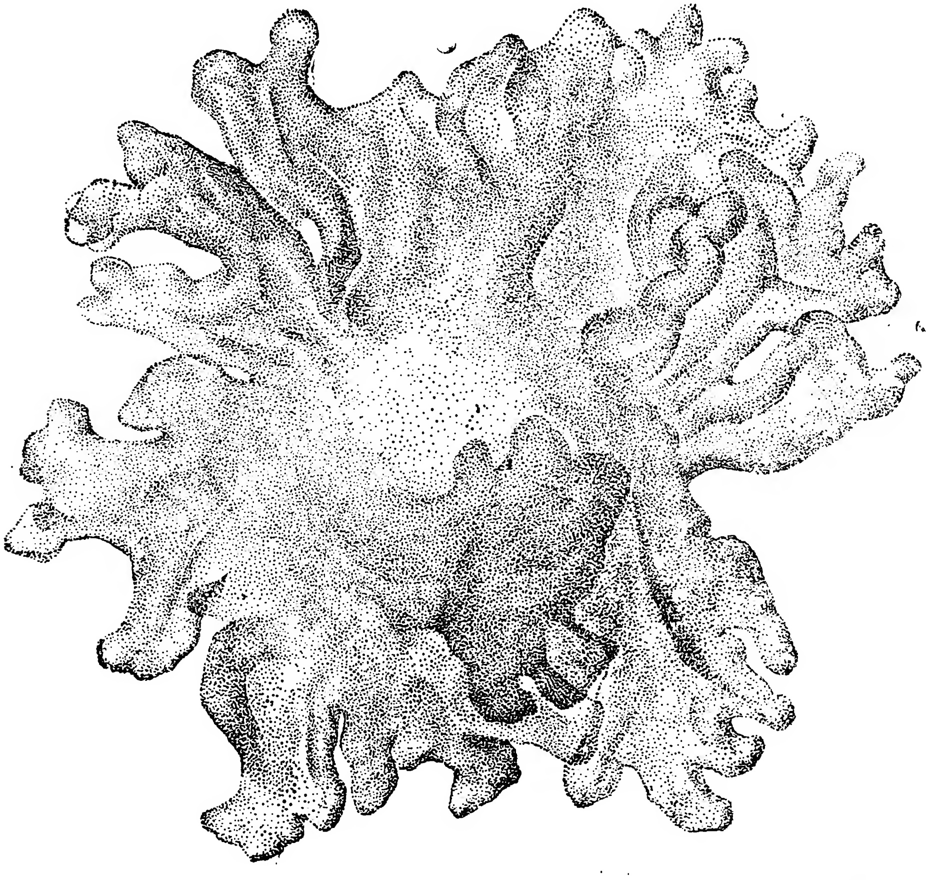


Рис. 1. Общий вид грибка *Atichia glomerulosa* (Ach.) Stein. (с листа цитруса). Увелич. в 25 раз. Ориг. рисунок Л. М. Коптевой.

3. *Sclerotiomyces colchicus* Woronich. Woronichin, Annal. Myc. 1926, p. 234.

Крым.

Все образцы на листьях.

1. *Carpinus betulus* L. Ущелье р. Пескур, в 1,5—2,5 *км* вверх от Симферопольского шоссе. 27/VIII-29, собр. Н. Воронихин, вместе с *Capnodium Persoonii* Berk. et Desm.
2. *Corylus avellana* L. Там же, вместе с *Capnodium Persoonii*, часто.
3. *Tilia cordata* Mill. Там же, вместе с *Triposporium commune* Woronich., часто.

4. *Capnodium Persoonii* Berk. et Desm. Woronichin, Annal. Myc. 1926, p. 235.

В образцах на листьях *Carpinus* гриб встречается в форме нормального мицелия и Torula-мицелия. В первом случае толщина его достигает 4,5 μ и наблюдалось образование пикнид типа Syncladium, размером в 170×56 μ (у основания), с четырехклеточными бурыми спорами в 13×6 μ. Torula-мицелий имел толщину в 8 μ; на нем встречались пикниды типа *Antennularia*, размером в 56—60 × 134—51 μ, с одноклетными бесцветными овальными спорами в 4× μ.

В некоторых образцах с листьев *Corylus* из ущелья Пескур встречались исключительно пикниды типа Syncladium, размером до 225× ×43 μ (у основания), с бурыми четырехклетными, иногда муральными спорами в 13×6,4 μ; иногда они сопровождались незрелыми перитециями. В других образцах попадались исключительно пикниды типа *Antennularia*.

Крым.

Все образцы на листьях.

1. *Carpinus betulus* L. Ущелье р. Пескур, в 1,5—2,5 *км* вверх от Симферопольского шоссе, 27/VIII-29 г., собр. Н. Воронихин, вместе с *Sclerotiomyces colchicus* Woronich.
2. *Corylus avellana* L. Там же, вместе с *Sclerotiomyces colchicus* Woronich.
3. *Corylus avellana* L. Долина р. Алмы в пределах Крымского госзаповедника, 19/VIII-29 г., часто.

5. *Capnodium* sp.

Толщина гиф 6—8,6 μ, длина клеток несколько больше, иногда до 2 раз больше толщины, с перетяжками на перегородках. Пикниды типа Syncladium, длиной в 180—270 μ, с бурыми муральными спорами в 13—15×6,4 μ. Сходен с *C. Persoonii* Berk. et Desm. в моем описании, отличаясь характером и окраской грибницы.

Крым.

На листьях *Viburnum tinus* L. Никитский сад, 14/IV-27, собр. С. Горбань.

6. *Cladosporium herbarum* Link.

Крым.

Все образцы на листьях.

1. Лимон. Никитский сад. 2/VI-27 г., собр. С. Стрелин.
2. Мандарин. Там же, 21/VI-27 г., собр. С. Стрелин.
3. *Rhamnus alaternus* L. Там же, шоссе, 12/V-27 г, собр. С. Стрелин.
4. *Ligustrum vulgare* L. Там же, парк, 9/V-27 г, собр. С. Стрелин.
5. *Hedera helix* L. Там же, 6/X-27 г., собр. С. Стрелин.
6. *Pittosporum tobira* Ait. Там же, шоссе, 12/V-27 г., собр. С. Стрелин.
7. „ „ „ Приморский парк, 13/VII-27 г., собр. Ю. Ульянов.
8. *Nerium oleander* L. Там же, 29/VI-27 г., собр. С. Стрелин.
9. *Laurus nobilis* L. Там же, 12/V-27 г., собр. С. Стрелин.
10. „ „ „ „ „ 13/V-27 г., собр. С. Стрелин, вместе с *Seuratiopsis epiphylla* Woronich.
11. *Laurocerasus officinalis* M. K. Никитский сад, 31/V-27 г., собр. С. Горбань, вместе с *Seuratiopsis epiphylla* Woronich.
12. *Cornus mas* L. Ущелье р. Пескур, между 1,5—2,5 *км* вверх от Симферопольского шоссе, 27/VIII-29 г., собр. Н. Воронихин (плохо развитый образчик).
13. На хвое *Cephalotaxus pedunculata* Sieb. et Zucc. Никитск. сад, шоссе, 9/IV-27 г., собр. С. Стрелин.

7. *Triposporium commune* Woronich. Woronichin, Annal. Myc., 1926, p. 258.

Крым.

Оба образца на листьях.

1. *Tilia cordata* Mill. Ущелье р. Пескур, 1,5—2 *км* вверх от Симферопольского шоссе, 27/VIII-29 г., собр. Н. Воронихин.
2. *Crataegus* sp. Госзаповедник, Черная речка, близ казармы наблюдателя, 19/VIII-29 г., собр. Н. Воронихин.

N. N. WORONICHIN

Contribution to the flora of the black mould fungi of the Crimea and the Caucasus

Summary

The autors gives the results of his study of black mould fungi collected by himself in the Crimea (State Reservation) in 1929 and by S. Strelin and his collaborators in the Nikitski Botanical Garden in 1927.

In the region of the Nikitski Botanical Garden there is to be noticed a wide distribution of the epiphyllous form of *Cladosporium herbarum* Link as well as the not infrequent occurence of *Seuratiopsis epiphylla* the representativ of a new genus belonging to the group *Atichiales* and its supposed conidial stage which in the authors opinion is identical with *Heterobotrys paradoxa* Sacc. Conidial cushions of *Seuratiopsis* were discovered by the author also in Caucasian specimens of black mould which he studied in different collections.

Besides the above mentioned forms the flora of the black mould fungi of the Crimea contains *Capnodium Persoonii* Berk. et Desm., *Triposporium commune* Woronich. and *Sclerotiomyces colchicus* Woronich., which are also recorded among the black mould fungi of the Caucasus. The absence of genera of tropical affinity among the black mould fungi in the Crimea deprives however their flora of the specifical features which are so prominently represented in the flora of the black mould fungi of Western Transcaucasia.

ТОМ 19 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1934 № 6
TOME 19 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1934 № 6

А. В. ЖУКОВСКИЙ и В. С. ГОРЯЧОВА

Сорняки конопли

(Получено 30 V 1934)

Ни в русской ни в иностранной литературе нет ни одной работы, посвященной вопросу о сорняках конопли. Даже в руководствах и монографиях по конопле и ее культуре (С. И. Плотников, Ф. Васильев) вопросы, касающиеся сорняков конопли, не затрагиваются, тогда как болезням конопли, вредителям из мира насекомых и вредителям из мира растений (паразиты) уделяется не мало внимания. Обстоятельство это является достаточно ясным: установился взгляд на коноплю как на такое растение, которое само заглушает сорняки. Это отчасти верно.

Никаких обследований засоренности посевов конопли не велось.

Летом 1933 г. кафедра ботаники Глуховского сельскохозяйственного института провела тщательное обследование посевов конопли Глуховского района Черниговской области, и в результате этого обследования выяснилось, что засоренность посевов конопли в поле может быть столь же значительной, как и засоренность других культур. Мы возглавляли научный отряд, в задачу которого входило провести качественный и количественный учет сорняков конопли в наиболее крупных по размерам посевов конопли местах Глуховского района Черниговской области. Работа была признана крайне желательной и получила всемерную поддержку со стороны Всесоюзного научно-исследовательского института по конопле, районных организаций и др. Инструктивные указания последовали от управления службы учета Всесоюзного государственного объединения трестов по борьбе с вредителями в сельском хозяйстве. Материалы были присланы из Ленинграда проф. А. А. Хребтовым. Качественный учет проводился с целью выявить состав сорняков в посевах конопли. Учет производился на участках в 1 *га*, которые мы закладывали в местах, типичных по своей засоренности и по рельефу. Количество участков находилось в зависимости от общей площади посевов. Так, примерно, на площади от 100 до 1000 *га* мы брали 3 участка по 1 *га* в различных местах посева данной культуры. Если же под культурой были небольшие площади (не больше 10—80 *га*), то обследование велось по всей площади без выделения специальных участков.

Количественный учет сорных растений обычно производится, и также проводился и нами, при помощи глазомерно-контрольного метода. При этом методе степень засорения или обилие особей отдельных видов оценивается глазомерно цифровой четырехбалльной системой (по Мальцеву) или словесной (по методу Друде). Ярусность устанавливается общеизвестной четырехбалльной системой. Сорняки, произраставшие на межниках, на мусорных местах, граничивших с посевами, на дорогах и пр., регистрировались по методу Друде.

Обследования проводились (по указаниям райземотдела) в крупнейших селах района: Береза, Есмань, Семеновка, Ярославец, Кочерги, Литвиновичи, Свободная Слобода, Уланово.

Каждый выбранный для обследования участок в 1 *га* обходился по краям, затем пересекался по диагонали, и каждый раз составлялся полный список всех встречавшихся сорняков. Затем мы приступали к количественному учету сорняков, для чего на каждом участке в 1 *га* закладывали по 3 $м^2$ площадки и на них производили точный подсчет количества видов и особей всех сорняков и подсчет количества стеблей конопли. Составлялись также учетные ведомости для каждой метровой площадки (название сорняка, число стеблей, ярус, балл, а также высота растения в *см*). Составлен полный гербарий сорняков. И, наконец, с каждой метровой площадки снимались все растения (конопля и сорняки) и отдельно по видам взвешивались; записывался вес сырой зеленой массы и вес воздушно-сухой массы.

В посевах конопли всего нами зарегистрировано 54 вида высших растений. По систематическому составу эти растения группируются следующим образом: два вида относятся к хвощевым, остальные 52 вида — к высшим цветковым растениям. Все эти растения входят в состав 18 семейств. Располагая семейства в нисходящем порядке, по количеству представленных ими видов, получаем следующий ряд:

Compositae	11 видов	*Ranunculaceae*	2 вида
Caryophyllaceae	9 „	*Amaranthaceae*	1 „
Cruciferae	7 „	*Chenopodiaceae*	1 „
Gramineae	4 „	*Convolvulaceae*	1 „
Polygonaceae	4 „	*Euphorbiaceae*	1 „
Labiatae	3 „	*Liliaceae*	1 „
Borraginaceae	2 „	*Rubiaceae*	1 „
Equisetaceae	2 „	*Scrophulariaceae*	1 „
Plantaginaceae	2 „	*Umbelliferae*	1 „

Из этого списка видно, что преобладают сложноцветные, затем идут гвоздичные, крестоцветные и злаки.

Приводим список сорняков, найденных в посевах конопли:

Achillea millefolium L.
Agropyrum repens P. B.
Agrostemma githago L.
Amaranthus retroflexus L.
Artemisia vulgaris L.
Asparagus polyphyllus Stev.
Barbarea vulgaris R. Br.
Berteroa incana D. C.
Brassica campestris L.
Centaurea cyanus L.
Centaurea picris Pall.
Capsella bursa pastoris Moench.
Cerastium arvense L.
Chrysanthemum inodorum Asch.
Chrysanthemum leucanthemum L.
Chenopodium album L.
Chaerophyllum bulbosum L.
Cirsium lanceolatum L.
Convolvulus arvensis L.
Crepis tectorum L.
Delphinium consolida L.
Deschampsia caespitosa P. B.
Equisetum arvense L.
Equisetum pratense Ehrb.
Euphorbia virgata W. K.
Galium aparine L.
Galeopsis speciosa Mill.
Gypsophila muralis L.
Lamium purpureum L.
Linaria vulgaris Mill.
Lychnis alba Mill.
Myosotis intermedia Link.
Nasturtium palustris D. C.
Plantago major L.
Plantago media L.
Poa annua L.
Polygonum aviculare L.
Polygonum couvolvulus L.
Ranunculus acer L.
Raphanus raphanistrum L.
Rumex acetosa L.
Rumex acetosella L.
Sagina nodosa Fenzl.
Setaria viridis P. B.
Silene dichotoma Ehrb.
Silene inflata Sn.
Sonchus arvensis L.
Sonchus oleraceus L.
Spergula arvensis L.
Stellaria media Vill.
Taraxacum vulgare Schrank.
Thlaspi arvense L.

Из многочисленных данных количественного учета сорняков приводим наиболее характерные (всего по Глуховскому району обследовано 28 участков, на которых в целях количественного учета сорняков всего было заложено 64 метровых площадки):

I. Участок № 1 в колхозе им. Ворошилова (с. Уланово)

Название растений	Количество стеблей на метровых площадках					
	№ площадок					Среднее (без дробей)
	1	2	3	4	5	
1. *Raphanus raphanistrum*	12	14	12	8	10	11
2. *Sonchus arvensis*	9	6	—	—	4	4
3. *Sonchus oleraceus*	4	3	4	8	4	6
4. *Setaria viridis*	259	512	2580	320	610	916
5. *Agropyrum repens*	90	62	30	—	42	45
6. *Centaurea cyanus*	5	2	2	5	4	4
7. *Centaurea picris*	27	10	12	22	11	14
8. *Polygonum aviculare*	18	10	12	10	—	10
9. *Gypsophila muralis*	4	3	4	6	8	5
10. *Sagina nodosa*	2	—	2	—	3	3
11. *Plantago maior*	1	—	2	2	6	2
12. *Stachys annua*	4	8	12	10	8	8
13. *Capsella bursa pastoris*	2	—	2	—	1	1
14. *Myosotis intermedia*	3	2	5	10	2	5
15. *Chrysanthemum leucanthemum*	2	2	2	4	6	3
16. *Chenopodium album*	28	31	15	34	8	23
17. *Agrostemma githago*	—	—	—	2	6	2
18. *Nasturtium palustris*	4	4	—	—	5	3
19. *Silene dichotoma*	5	—	—	—	—	1
20. *Artemisia vulgaris*	10	12	13	10	6	10
21. *Silene inflata*	4	1	—	6	4	3
22. *Euphorbia virgata*	12	6	—	7	9	7
23. *Achillea millefolium*	10	—	12	13	—	7
24. *Poa annua*	—	—	—	4	—	1
25. *Berteroa incana*	10	6	—	8	10	7
26. *Lamium purpureum*	10	—	—	—	—	2
27. *Stachys annua*	8	5	3	14	—	6
28. *Taraxacum vulgare*	4	1	—	—	—	1
29. *Convolvulus arvensis*	37	62	8	—	31	27
30. *Equisetum arvense*	18	16	11	5	3	11

В первом случае стеблей конопли на одну метровую площадку приходилось 415 при высоте стеблей в 50 *см* в среднем. Во втором случае (стр. 565) — 332 стебля в среднем, при длине — 58 *см* в среднем.

Мы не будем приводить здесь всех данных, которыми мы располагаем как в отношении результатов взвешивания сырой массы и массы сухой в граммах, так и в отношении обилия, ярусности, вегетационного состояния на отдельных площадках и пр. Данные эти послужат материалом для специальной сводной статьи. Здесь мы отмечаем, что наиболее злостными сорняками конопли являются следующие:

Setaria viridis P. B.
Raphanus raphanistrum L.
Agropyrum repens P. B.
Chenopodium album L.
Spergula arvensis L.
Convolvulus arvensis L.
Centaurea picris Pall.

II. Участок № 3 в колхозе им. Молотова с. Литвиновичи.

Название растений	Количество стеблей на метровых площадках				
	№ площадок				Среднее (без дробей)
	1	2	3	4	
1. *Chenopodium album*	13	14	13	10	12
2. *Agropyrum repens*	33	42	12	61	24
3. *Spergula arvensis*	28	10	—	3	10
4. *Sonchus oleraceus*	2	1	11	8	5
5. *Setaria viridis*	108	24	—	60	48
6. *Centaurea cyanus*	1	—	12	2	4
7. *Gypsophila muralis*	3	3	6	—	3
8. *Artemisia vulgaris*	4	—	8	11	6
9. *Asparagus polyphyllus*	1	—	3	1	1
10. *Convolvulus arvensis*	3	3	8	—	3
11. *Galium aparine*	4	—	8	12	6
12. *Rumex acetosa*	2	—	—	2	1
13. *Cerastium arvense*	4	—	—	—	1
14. *Ranunculus acer*	10	2	—	5	4
15. *Linaria vulgaris*	1	—	11	3	4
16. *Silene inflata*	2	2	3	—	2
17. *Sagina nodosa*	13	6	8	—	7
18. *Lychnis alba*	2	12	8	3	6
19. *Myosotis intermedia*	1	8	4	34	14

A. W. SHUKOWSKY und V. S. GORIATSCHOWA

Die Unkräuter des Hanfes im Rayon Gluchow, Tschernigow Gebiet

Zusammenfassung

Die Verfasser haben eine Untersuchung des Grades der Verunreinigung der Hanfbestände durch Unkräuter im Rayon Gluchow, einem der grössten des Tschernigow Gebiets, durchgeführt und auf Grund derselben eine 52 Arten von Unkräutern enthaltende Liste aufgestellt. Bis jetzt enthielt die Literatur keine Angaben über eine solche Untersuchung der Hanfbestände.

Е. Я. ШЕФЕР-САФОНОВА, М. И. КАЛАШНИКОВА
и А. С. КОСТРОМИНА

Определение всхожести семян древесных пород методом окрашивания

С 5 рисунками

(Получено 15/VI 1934)

Введение[1]

Заготовка семян, учет их качеств (всхожести, подлинности чистоты и пр.) являются основными задачами лесного семенного дела.

Качество посевного материала необходимо знать заранее, так как при употреблении неизвестного по качеству материала всегда имеется риск не только затратить труд на обработку опытных участков в лесу и на питомнике, но кроме того еще и потерять целый вегетационный период.

Определение наиболее важного из качества семян — общей всхожести путем проращивания, применяемое семенным контролем для оценки качества семенного материала древесных и кустарниковых пород, является довольно продолжительным (согласно техническим правилам, от 15 дней до нескольких лет), между тем нужды семенного хозяйства в связи с теми или иными операциями (например, сезонные посевы, экспорт семян и пр.) часто требуют срочных ответов о всхожести их, не прибегая к длительному проращиванию.

Метод проращивания не только требует продолжительного времени, но и характеризует всхожесть семян лишь в данных условиях, т. е. определяет относительную, а не абсолютную всхожесть и таким образом полноценных данных о качестве семян дать не может. Эти особенности данного метода вынуждают исследователей искать другие методы, позволяющие без длительного проращивания определять потенциальную способность семян к прорастанию.

Из попыток такого рода можно указать на исследования Олафа Квам (O. Quam, 1), пришедшего к заключению, что по интенсивности дыхания семян можно установить степень всхожести их; опыты эти относятся к 1905 году.

Этот же способ был применен в 1909 г. в Главном ботаническом саду в Ленинграде в отделе семеноведения (2), но там определенных результатов не было получено, и зависимость между всхожестью семян и их дыханием осталась неясной. В подобного рода опытах с семенами всегда есть опасность появления плесени и бактерий на мертвых семенах, и вследствие громадной интенсивности дыхания микроорганизмов они могут существенно исказить результаты.

---

[1] Настоящая работа выполнена в лаборатории физиологии древесных пород Всесоюзного научно-исследовательского лесокультурного и агролесомелиоративного института (ВНИЛАМИ) в Москве Е. Я. Шефер-Сафоновой, М. И. Калашниковой и А. С. Костроминой под руководством Е. А. Шефер-Сафоновой и при консультации профессора Ленинградской лесотехнической академии Л. А. Иванова.

Американские исследователи Дарси, Эллиот и Пирс (Darsie, Elliot and Peirce, 3), на основании своих опытов утверждали, что легко можно определить качество семян, т. е. их всхожесть путем наблюдения температур, которые они развивают в Дюаровских сосудах в условиях, благоприятных прорастанию. В этом методе, так же как и в предыдущем, приходится опасаться искажающего влияния микроорганизмов.

Немец и Дюшон (Nemeç A. et Duchon, 4) предложили определять всхожесть семян по количеству кислорода, выделяющегося при действии каталазы, имеющейся в большом количестве у семян всхожих, на перекись водорода. Содержание каталазы, по мере отмирания, уменьшается постепенно и настолько медленно, что в мертвых семенах ее содержится еще в довольно значительном количестве. Вследствие этого простое определение ее в мертвых и живых семенах — ненадежно. Метод каталазы применялся также Девисом (Davis, 5) для с.-х. растений.

Своеобразный метод был выработан Лесажем (Lessage, 6), предложившим воздействие растворов едкого калия определенной концентрации на семена некоторых растений, вызывающее сильное пожелтение растворов по прошествии 4 часов в случае невсхожести семян.

Но рассмотренные методы, при проверке их в отделе семеноведения Главного ботанического сада и другими исследователями, оказывались мало пригодными для надежного и скорого определения всхожести.

Уоллер (Waller, 7) пытался определить способность прорастания отдельных семян, используя для этого опыт известного индусского физика и физиолога д-ра Боос, который доказал, что в живых тканях животного и растения под влиянием одностороннего раздражения происходит изменение силы тока, что может быть обнаружено с помощью гальванометра; в мертвых тканях этого не происходит. Но применение метода Уоллера требует сложной аппаратуры и точных приборов, а потому не всегда и не везде возможно.

Наконец нельзя не отметить опытов Яната (8), который считает, что всхожесть можно определить по явлению выхождения зародыша при кипячении семян в воде, что свойственно, по мнению автора, только живым семенам. Проверка этого метода, произведенная в Отделе семеноведения Главного ботанического сада (9), не подтвердила предположения автора, так как при выталкивании зародышей во время кипячения имеет место явление ложного прорастания и оно свойственно в одинаковой степени и мертвым семенам.

Последний метод пытался применить и Кравченко (10) на большом количестве древесных и кустарниковых пород и также получил отрицательные результаты.

Необходимо еще указать на метод Гиббарда и Мюллера (Hibbard and Muller, 11), использовавших свойства мертвых тканей семян быстрее и легче пропускать в окружающую среду заключающиеся в них вещества, отчего повышается электропроводность среды.

Более удачным для определения качества посевного материала можно считать „метод окрашивания“ Нелюбова (12). Этот метод основан на общем свойстве плазмы всякого организма и животного и растительного — ее полупроницаемости, т. е. способности легко пропускать воду внутрь клетки и задерживать растворенные в ней вещества. Особенно наглядно это свойство обнаруживается в отношении плазмы к красящим веществам. Автор исследовал отношение живых семян к некоторым анилиновым краскам и обнаружил, что при помощи Sauerviolette CB, Indigokarmin, Nigrosin, Echtrot и смеси Ружички можно легко отличить живые семена или участки живых тканей в них от мертвых. Названные краски, являющиеся кислыми, не окрашивают живые ткани, а мертвые окрашивают интенсивно. Процентное отношение неокрашивающихся семян в опытах Нелюбова оказывалось весьма близким к всхожести, определенной путем проращивания. Таким образом, по числу неокрашивающихся семян можно определить их всхожесть. Но данный метод, разработка которого проведена лишь в начальной стадии, по мнению самого автора, требует еще дальнейших исследований.

После Нелюбова продолжалась разработка этого метода в б. Главном ботаническом саду, ныне Ботаническом институте Академии наук СССР под руководством проф. Исаченко (13) для целого ряда злаков, бобовых растений и технических культур; здесь этот метод давал положительные результаты. Краткое сообщение о данных работы, полученных с помощью индигокармина, было сделано Исаченко на Международном конгрессе семенного контроля в Риме в 1928 г., но исчерпывающее сообщение о применении метода окраски до сих пор не появлялось.

Для определения всхожести хлебных и др. полевых культур этим методом пользовалась также Мотренко Т. Г. (14), пытаясь упростить его окрашиванием семян в семенной оболочке, без выделения зародышей. Эту попытку, по мнению Каменского К. В. (15), следует считать неудачной, так как усложняется момент учета оттенков окрашивания зародыша, которые приходится наблюдать сквозь семенную оболочку, а не непосредственно.

Нелюбов при разработке своей методики начал также с окрашивания семян в оболочке, но убедился в необходимости удаления ее, так как она замедляет проникновение краски к зародышу и не обеспечивает правильный учет.

Отрицательный результат при применении этого метода получила Нийтгаммер (Niethammer, 16) в 1931 г. в Праге. Она работала на семенах пшеницы плохой и хорошей всхожести и на семенах лука, и не нашла соответствующего параллелизма между всхожестью и способностью окрашиваться.

Корнфельд Арнольд (Kornfeld Arnold, 17) на ряде семян с.-х. культур пытался применить метод Нелюбова. Он работал с пшеницами, ячменями, овсами, кормовыми травами, некоторыми бобовыми, подсолнухами, применяя краски: бисмарк-браун, генциан-виолет, сафранин, Methylgrün, Methylenblau, Pyoktanion. Он испытывал свежие семена и убитые в течение 4 час. при температуре 104° С. Окрашивание он производил от 5 минут до 8 часов и получил положительные результаты на ячмене с бисмарк-браун, при окрашивании в течение 8 часов в спокойном состоянии или же полчаса при взбалтывании, с помощью концентрации 0,25—1%.

Автор, к сожалению, имел лишь свежие и убитые семена, промежуточных степеней всхожести он не испытал и, кроме того, совершенно не указывает произведенные им группировки и распределение семян по степени жизнеспособности.

В январе 1934 г. вышла работа Дорошенко (18), которая разработала методику окрашивания для семейства зонтичных. Она приводит таблицу, обнаруживающую почти полное совпадение процентов всхожести, определенных методом окрашивания, и проращивания.

В отношении семян древесных пород эта методика долгое время не имела применения, и только в начале 1933 г., когда настоящая работа уже производилась, появилась работа Кравченко (10), разработанная для хвойных пород: *Pinus silvestris*, *P. taurica*, *Picea excelsa*, *P. orientalis*, *Larix europaea* и др. Он имел дело с большим числом различных красок (17 и 18) и, работая в течение нескольких лет, получил хорошие результаты с помощью индигокармина при окрашивании в течение 20 часов концентрацией 1:200. Кроме этой работы в отчете Репетекской лесной опытной станции за 1932 год (перепечатанном на машинке) указывается на удачное применение этого метода наряду с проращиванием для определения всхожести песчаной акации, астрагалов и др. видов древесно-кустарниковой растительности.

Настоящая работа имеет целью разработать „метод окрашивания“ для некоторых лиственных и хвойных пород, указанных нам отделом семеноведения Главлесхоза, а именно: для желтой акации, сосны обыкновенной, ели и дуба. Подбор этих пород обусловлен тем, что первые три породы при проращивании дают результаты неранее как через 15—18 дней.

Определение качества семян взрезыванием, применяющимся на практике для всех видов семян в целях установления окраски внутри зародыша и наличия повреждений зародыша и эндосперма, является лишь ориентировочным способом, так как нередки случаи, когда здоровые по виду семена все же не прорастают.

Продолжительность проращивания, с одной стороны, и наличие методов, являющихся лишь ориентировочными — с другой приводят к исканию других способов, позволяющих быстро и точно определять всхожесть семян. В поисках за более усовершенствованным методом мы обратились к испытанию метода окрашивания.

Методика

Для опытов с окрашиванием брались семена заранее определенной, путем лабораторного проращивания, всхожести, и для проверки результатов на разнообразном и большом количестве материалов для каждого вида семян мы подбирали семена различного качества, примерно 3—4 всхожестей. Для всех видов семян наметили производить опыты на семенах, освобожденных от оболочек, как это предлагал делать для семян сельскохозяйственных растений Д. Н. Нелюбов.

Для всех пород испытывались различные сроки намачивания в воде, позволяющие более удобно и безболезненно снять семенные оболочки. Освобожденные от оболочек семенные ядра или зародыши подвергались окрашиванию индигокармином, в концентрациях от 1:200 до 1:5000.

Растворы указанных концентраций получились растворением 1 *г* краски в 200 *см*^{3} воды при нагревании в течение $^1/_2$ часа и соответствующим последующим разбавлением.

Различные образцы индигокармина, имевшиеся в нашем распоряжении, были в разное время получены от Гослаборснабжения и не вполне растворялись в воде. Для установления исходной реальности концентрации краски осадок после растворения отфильтровывался и высушивался до постоянного веса. При первоначальной навеске в 1—2 *г* нерастворимый осадок в 4 опытах равнялся 49.0, 50.3, 49.4 и 50.0%, т. е. в раствор переходила только половина взятой навески. Таким образом при растворении одного *г* в 200 *см*^{3} воды реальная концентрация будет не 1 : 200 (0,5%), а вдвое слабее, т. е. 1 : 400 (0,25%). Эта исходная концентрация разбавлялась для получения всех других использованных в работе концентраций, являющихся уже реальными.

Нелюбов для своих опытов пользовался заграничной краской (от Грюблера) повидимому вполне растворимой, так как указаний на неполную растворимость индигокармина мы у него не встречаем. У других исследователей, работавших с этой же краской (Дорошенко, Кравченко, Мотренко), к сожалению, не указано, какой краской они пользовались и вполне ли она растворима. Это очень затрудняет сравнение данных ими концентраций с нашими. Продолжительность окрашивания, производящегося также в течение различных сроков, необходимо установить тщательно и таким образом, чтобы 2 крайние группы резко отличались друг от друга, т. е. наряду с неокрашенными были бы совершенно окрашенные. После выдерживания семян в течение соответствующего времени в краске она сливается, семена промываются в воде, и затем производится учет результатов окрашивания на пластинке молочного стекла. При окрашивании нами определяется абсолютная всхожесть, так как при освобождении семян от оболочки, которое является необходимым, пустые семена выпадают и в опыте участвуют одни лишь полнозернистые. При проращивании же определяется техническая всхожесть, т. е. процент всхожести вычисляется на все число взятых семян (включая и пустые); для полного сравнения данных обоих методов вычислена также абсолютная всхожесть, полученная на аппарате. Все результаты по определению всхожести окрашивания сравнивались с данными лабораторного проращивания семян, производившегося семенной контрольной лабораторией ВНИЛАМИ под руководством Д. Д. Минина.

Опыты с желтой акацией (Caragana orborescens Lam.)

Для проведения работы подбирались семена различного качества, со всхожестью, определенной проращиванием 72.6, 40.6, и 20.2% и кроме того в одной пробе были семена, убитые кипячением в течение 20—30 минут. Более высокой всхожести семян желтой акации, к сожалению, не оказалось. Отказавшись совершенно от окраски семян в оболочке, как предлагает Мотренко (14), мы для удаления оболочек намачивали семена в воде в течение 2—3 часов. Для снятия оболочек семя берется в левую руку, ланцетом делается надрез на стороне, противоположной той, куда направлен корешок. Надрез следует делать так, чтобы захватить не только семенную кожуру, но и находящуюся под ней прозрачную оболочку. Затем тупой частью ланцета осторожно по линии надреза раздвигается разрезанная кожура и осторожно снимается, чтобы не оторвать кончик корня зародыша. Для этой цели удобнее всего держать семя вверх (осевыми частями зародыша) корешком от себя и снимать оболочку так, чтобы в последнюю очередь она была снята с корешка. Неповрежденные зародыши окрашивались индигокармином в различных концентрациях и в течение различных сроков. По характеру и степени окраски зародыши разделялись нами на следующие группы:

I группа — семядоли и осевые части зародыша не окрашены.

II группа—незначительная окраска семядолей, осевые части не окрашены, или же имеется окрашенная точка на самом кончике корешка.

III/а группа—слабо окрашен кончик корешка; семядоли не окрашены или окрашены слабо небольшими участками.

III/б группа—интенсивно окрашен кончик корешка семядоли, как в предыдущем случае.

IV группа—окрашены почечка или корешок выше кончика. Семядоля окрашена как в группе III/а.

V группа—осевые части зародыша окрашены более половины. Семядоли окрашены целиком или окрашены в различной степени.

VI группа—осевые части окрашены полностью, семядоли окрашены как в группе V.

В этой принятой нами группировке мы стремились к возможно более подробной характеристике осевых частей окрашенного зародыша и семядолей, учитывая не только характер окраски, но и ее интенсивность. Вопрос о способах группировок различно окрашенных зародышей и отнесение их ко всхожим или невсхожим в литературе в настоящее время освещен мало. Нелюбов (12) по характеру окрашивания разделял зародыши на 3 основные группы: 1) зародыши совсем неокрашенные—вполне жизнеспособные и годные для прорастания; 2) зародыши или корешок зародыша окрашенный целиком и очень интенсивно—нежизнеспособные, утратившие совсем всхожесть и 3) зародыши и корешок окрашиваются, но лишь определенными участками — семена с пониженной всхожестью, в зависимости от числа омертвелых участков, могущие дать ослабленные проростки. Эта третья группа в отношении итоговых расчетов автором метода не разработана из-за его преждевременной смерти.

В группировках, приведенных Кравченко (10), различаются также слабо и интенсивно окрашенные зародыши. Им учитывается размер окрашенной части, например, менее половины или более половины зародыша, не указывается впрочем, какие части (корешок или почечка) окрашены. Так, например, у него отсутствует группа зародышей с окрашенным корешком, а имеется группа зародышей, окрашенных менее половины, очевидно включающая зародыши с окрашенным корешком, которая относится им ко всхожим. У Нелюбова эта группа относится к семенам пониженной всхожести, отделяемым от всхожих. Таким образом, получается большая неясность в группировках в зависимости от личных мнений авторов. В иностранных работах (Корнфельд, Нийтгаммер) способы группировок совершенно не указаны. В работе Дорошенко А. В. (18), работавшей с семенами семейства зонтичных, у которых зародыши погружены в сильно-развитый эндосперм, к мертвым относятся зародыши, целиком окрашенные или с окрашенными корешками, причем корешок должен быть окрашен не менее половины его величины. Окрашивание самого кончика корешка, по мнению автора, не может служить показателем того, что семя мертвое, так как оно может быть вызвано небольшими повреждениями при выделении зародыша. Мы считаем, что вопрос о способах группировок окрашенных зародышей является очень ответственной частью работы в методе окрашивания, и поэтому приведенные нами группировки старались обосновать экспериментально. Исходя из соображений, что метод окрашивания имеет целью заменить длительное проращивание семян в различных приборах, которое начинается с корешка зародыша, мы для решения вопроса об отнесении ко всхожим зародышей с целиком или частично окрашенными корешками обратились к микроскопическому анализу именно нижней части зародыша. Нормальный рост и развитие корешка зависят от состояния образовательной ткани в конусе нарастания корня, называемой меристемой. Неокрашенная, т. е. живая меристема и была взята нами за критерий для определения жизнеспособности зародыша. Меристема конуса нарастания корешка зародыша у желтой акации покрыта чехликом очень незначительных размеров, занимающим около $^1/_{16}$ части размера всей осевой части зародыша (рис. 1). При просмотре достаточного числа корешков, окрашенных целиком или частично, сильно или слабо, всегда оказывалась окрашенной меристема вместе с чехликом, и лишь при наличии слабо окрашенной точки на самом кончике корешка окрашенным оказывался один лишь чехлик. На основании данных этого анализа зародыши последней категории нами были отнесены ко всхожим, а ярче и больше окрашенные — к невсхожим (схемы окрашивания см. рис. 2—1, 2 и 3[1]). В остальных случаях мы пользовались группировкой, предложенной Нелюбовым, т. е. ко всхожим относили зародыши группы I и II а к невсхожим —группы III, IV, V и VI. По такому способу производился подсчет всхожих или невсхожих во всех наших опытах с желтой акацией. Одной лишь оценкой по внешнему виду мы однако не ограничивались и производили также взрезывание зародыша, так как часто наблюдали, что зародыши, совсем неокрашенные снаружи — частично окрашены внутри и наоборот. Отсюда следует, что довольствоваться оценкой только по внешнему виду не следует, особенно для семян хорошего качества, а необходимо сочетать оценку окраски зародышей с поверхности с окраской внутренней, заметной при взрезывании.

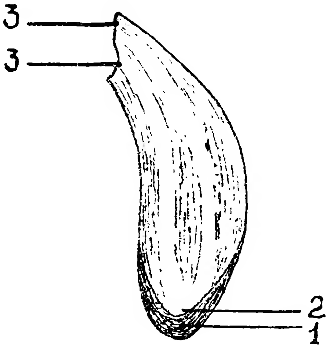


Рис. 1. Схема строения осевой части зародыша у желтой акации в продольном разрезе: 1. корневой чехлик, 2. расположение меристемы, 3. место прикрепления осевой части зародыша к эндосперму.

В опытах с семенами, имеющими всхожесть 40,6%, данные которых приведены в таблице 1, выяснилось, что концентрации 1 :300, 1 : 600, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 4000 и 1 : 5000 в течение 18 часов перекрашивали зародыши, повреждая их и тем резко снижая процент всхожести. Но при концентрации 1 : 2000 в течение 2 часов установлена всхожесть, близкая к данным проращивания, т. е. 38,4% против 40,4%.

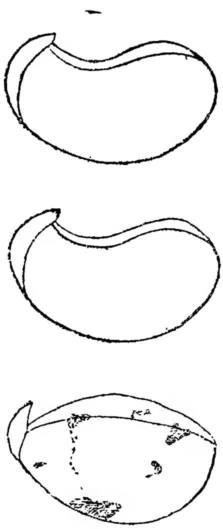


Рис. 2. Схема окрашивания зародышей желтой акации: 1, 2, 3 — жизнеспособные зародыши.

При окрашивании образца № 178 (таблица 2) с еще более низкой всхожестью (20,2%) из испытанных растворов лучшие результаты получены также с помощью 1 : 2000 в течение 2 часов. Колебания в процентах всхожести между 2 методами весьма незначительны. Не

---

[1] Рисунки невсхожих зародышей не приводятся, благодаря многообразию комбинаций в этой группе.

ТАБЛИЦА 1

Желтая акация № 289 (всхожесть 40,6%)

Метод окрашивания

Концент. краски	Продолж. окрашивания	Колич. семян в пробе	1	2	3	4	5	6	% всхожести при окрашивании	Средний % всхожести
1:300	18 ч.	100	2	10	28	60	—	—	12,0	10,0
		100	1	7	26	—	66	—	8,0	
1:600	18 ч.	101	6	6	14	5	70	—	12,0	7,0
1:600	18 ч.	100		4	22	—	11	63	4,0	
		100		5	17	—	19	59	5,0	
1:1000	18 ч.	50	1	2	—	—	12	55	6,0	6,0
		50	—	3	5	—	6	36	6,0	
1:2000	18 ч.	50	1	1	3	—	8	38	4,0	8,0
		50	2	4	5	—	8	31	12,0	
1:4000	18 ч.	50	2	7	7	—	4	30	18,0	17,0
		50	3	5	10	—	—	33	16,0	
1:5000	18 ч.	104	1	14	5	—	—	84	14,4	18,0
		102	2	22	6	—	—	74	21,6	
1:2000	2 ч.	99	7	27	13	—	—	52	34,3	38,4
		99	6	31	7	—	—	55	37,4	
		101	12	31	4	—	—	54	43,3	
		96	7	32	6	—	—	51	40,6	
		101	9	23	8	—	—	56	36,6	

Метод проращивания

Наименование породы	№№ образца	Колич. семян в пробе	Здоров. пророс.	Ненор. пророс.	Здоров. не пророс.	Загнившие	Пустые
Желтая акация	289	100	49	7	—	44	—
		100	38	11	—	51	—
		100	29	9	—	62	—
		100	46	4	—	50	—
		100	41	16	—	43	—
		500	203	47	—	250	—
В %%			40,6	9,4	—	50,0	—

ограничиваясь однако данными микроскопического анализа, произведенного нами, и группировкой Нелюбова, которой мы пользуемся, мы решили проверить правильность нашего распределения по группам непосредственным проращиванием на аппарате различно окрашенных зародышей. Из данных проращивания, сведенных в таблице 3, мы видим, что из 75 семян 1-й группы при проращивании 73 оказалось здоровыми и нормально проросшими, и только 2 заро-

ТАБЛИЦА 2

Желтая акация № 178 (всхожесть 20,2%)

Метод окрашивания										
Концент. красок.	Продол. окраски	Колич. семян в пробе	1	2	3	4	5	6	% всхожести при окраш.	Средний % всхожести
1:200	18 ч	100	—	12	41	47	—	—	12,0	11,3
	»	100	4	7	32	57	—	—	11,0	
	»	100	2	9	1	1	53	54	11,0	
1:300	18 ч	100	6	6	17	2	—	69	12,0	12,0
		100	12	—	31	—	—	57	12,0	
1:2000	18 ч	100	3	14	4	—	2	79	11,0	14,0
		100	3	10	17	—	5	64	13,0	
		100	6	6	17	—	2	69	12,0	
1:2000	2 ч	112	1	19	21	—	26	45	17,9	1,77
	»	111	2	12	21	—	3	73	12,6	
	»	125	—	22	23	—	8	72	27,6	
	»	128	—	17	31	—	8	82	13,3	
	»	135	—	23	20	—	8	83	17,8	
	»	81	—	11	13	—	8	49	17,8	

Метод проращивания							
Название породы	№№ образца	Колич. семян в пробе	Здоров. коросш.	Ненорм. коросш.	Здоров. не коросш.	Загнивш.	Пустые
Желтая акация . . .	178	100	21	—	—	79	—
		100	24	—	—	76	—
		100	20	—	—	80	—
		100	13	—	—	87	—
		100	23	—	—	77	—
		500	101	—	—	399	—
В %% . .			20,2	—	—	79,8	—

дыша проросли ненормально. Очень возможно, что при взрезывании, которое мы обычно применяем при подсчете всхожих и невсхожих и которое в данном случае не могло быть применено — эти два зародыша попали бы в другую группу.

Во второй группе, включающей зародыши с частично окрашенными семядолями, в образцах различной всхожести процент здоровых

ТАБЛИЦА 3

Желтая акация. Проращивание окрашенных зародышей

№№ групп	Характер окраски семядоли	№№ образца	Всхожесть образца	Продолж. проращив.	Количество семян	Здоровые		Ненорм. пророст.		Загнивш.	
						Колич.	% %	Колич.	% %	Колич.	% %
1.	Не окрашены	19	63,6	—	75	73	97,3	2	2,7	—	—
2.	Незначительная окраска семядолей	19	63,6	—	52	45	86,5	5	9,6	2	3,5
		289	40,4	—	9	6	66,7	2	22,2	1	11,9
		178	20,2	—	12	3	25,0	5	41,7	4	33,3
3.	Слабо окрашен кончик корня	19	63,6	—	26	—	—	9	34,9	17	5,4
		289	40,4	—	28	—	—	12	42,9	16	57,1
		289	40,4	—	8	—	—	8	100	—	—
		178	20,2	—	21	1	4,8	7	33,3	13	61,9
4,	Окрашена почка или корешок выше кончика	19	63,6	—	12	—	—	12	100	—	—
		289	40,4	—	—	—	—	2	66,7	1	33,3
		178	20,2	—	3	—	—	2	66,7	1	33,3
5.	Осевые части зародыша окраш. более половины, семядоли окраш. в различн. степени.	19	63,6	—	27	—	—	1			
		289	40,4	—	20	—	—	—	3,7	26	93,6
		178	20,2	—	20	—	—	—	—	20	100
5.	Осевые части окрашены полностью, семядоли как в V группе.	19	53,6	—	35	—	—	—	—	35	100
		289	40,4	—	—	—	—	—	—	—	—
		178	20,2	—	40	—	—	—	—	40	100

оказался больше в образце со всхожестью 63,6% (из 52 зародышей 86,6%). У других образцов этой группы процент здоровых семян уменьшается с понижением качества пробы. По полученным результатам у акации эту группу отнести целиком ко всхожим нельзя. Между тем Нелюбову всех исследованных им семян (горох, лен, клевер, фасоль, пшеница, огурцы), и мы в своей работе относим ее ко всхожим. Хотя в литературе (Исаченко) имеются указания о безвредности индиго-кармина, но все же думается, что в данном случае не исключена возможность ослабления, а следовательно понижения всхожести семян вследствие вредного влияния примесей в краске (например, серной кислоты, которая применяется при изготовлении индиго-кармина из индиго).[1]

При проращивании зародышей группы №3, имеющих окрашенный кончик корешка и относимый к невсхожим, действительно не оказалось здоровых проросших зародышей, все ненормально проросли или загнили. Исключение в данном случае составляет один зародыш в образце № 178, у которого вероятно был окрашен лишь чехлик. В группе №4, довольно редко попадающейся, в различных пробах здоровых не оказалось совершенно. Она состояла исключительно из ненормально проросших и загнивших, которые по техническим правилам учитываются вместе. В 5 и 6 группах здоровых также не было. По данным этого опыта следует, что зародыши из 3, 4, 5 и 6 групп правильно нами оценены, как невсхожие (соответственно данным Нелюбова), а зародыши из 1-й группы как всхожие; в отношении же 2-й группы полученные нами данные, благодаря малому количеству семян в 2 пробах и при наличии одного лишь опыта, представляются нам все же недостаточно убедительными. В виду отсутствия благоприятных условий для повторения опыта мы в работе с последующими образцами пользовались первоначальной установкой, т. е. относили эту группу (по Нелюбову) ко всхожим. Вопрос об этой группе необходимо разработать в дальнейшем.

---

[1] Ph, определенное электролитически, для концентрации краски 1 : 200 было 4,1, а для концентрации 1 : 2000—5,1.

Общей концентрацией, позволяющей определить всхожесть двух проработанных образцов, является, таким образом, 1 : 2000 в течение 2 часов (табл. 4). Поэтому мы последний образец № 19/1 со всхожестью 72,6% прокрашивали только концентрацией, с помощью которой и тут также удалось установить всхожесть, близкую к установленной проращиванием (табл. 4).

ТАБЛИЦА 4

Желтая акация № 19/1 (всхожесть 72,6%)

Метод окрашивания										
Концентрация краски	Продолж. окрашив.	Колич. семян в пробе	1	2	3	4	5	6	% всхожести при окраш.	Средн. % всхож.
1 : 2000	2 часа	116	40	59	12	—	—	5	85,3	—
		122	57	59	15	—	8	3	78,7	
		112	24	33	30	—	3	12	59,8	
		55	43	7	1	—	—	4	90,9	78,7

Метод проращивания							
Название породы	№№ образца	Колич. семян в пробе	Здоров. просросш.	Ненорм. проросш.	Здор. не проросш.	Загнившие	Пустые
Желтая акация	19/1	100	74	5	7	14	—
		100	73	5	6	16	—
		100	77	7	8	8	—
		100	69	8	13	10	—
		100	70	7	10	13	—
Итого: . . .		500	363	32	44	61	
В %%		72,6	72,6	6,4	8,8	12,2	

При применении на практике того или иного метода определения всхожести очень важным и необходимым является вопрос затраты времени. Ведь именно большая продолжительность процесса проращивания заставляет изыскивать способы, позволяющие более быстро определить всхожесть. Поэтому мы провели учет времени, необходимого для проведения всех действий, произведенных от начала до конца работы. В табл. 5 приведены все данные хронометража обоих методов и из них ясно, что метод окрашивания 500 шт. семян требует 9—9,5 часов, распределяемых на 1,5 раб. дня; проращивание 500 шт. семян одного образца требует в общей сложности 6 часов в продолжение 18 дней.

Если ко времени, необходимому для окрашивания 500 штук семян, прибавить время, необходимое для всех прочих операций, производимых обыкновенно при анализе пробы (например — определение чистоты, полнозернистости, стекловидности и пр.), на которые по нормам семенной лаборатории ВНИЛАМИ необходимо еще затратить около 2 — 3 часов, то в общей сложности для полного анализа потребуется 11,5 час. в течение 2 дней.

Таким образом, можно считать, что метод окрашивания может дать сведения о качестве пробы в 9 раз быстрее чем при проращивании, при затрате труда, примерно, вдвое большей.

ТАБЛИЦА 5

Хронометраж по определению всхожести желтой акации

Название операции	Методы окрашив. и прочие анализы			Метод проращивания и прочие анализы
	Для 100 ш.	Для 500 ш.	Продолжительность опыта	Проращивание на аппарате Копенгагена 500 ш. семян
1. Отсчет семян . .	5 мин.	25 м.	25 м.	По нормам семенной лаборатории ВНИЛАМИ полный анализ, включая проращивание 50 ш. семян лабораторным методом, требует 6 часов в продолжение 18 дней.
2. Намачив. в воде	—	—	2—3 ч.	
3. Очистка семян .	30 мин.	2 ч. 30 м.	2 ч. 30 м.	
4. Окрашив. семян	—	—	2 ч.	
5. Промывка семян	1 мин.	5 м.	5 м.	
6. Группир. зародышей после окрашивания .	10 мин.	50 м.	50 м.	
7. Записи и вычисления всхожести	10 мин.	50 м.	50 м.	
8. Прочие анализы (вес, чистота и др.)	—	3 ч.	3 ч.	
	56 м.	7 ч. 40 м	11,5—12,5 ч. (т. е. около 2 раб. дней).	6 ч. на протяж. 18 дней.

Опыты с семенами сосны (Pinus silvestris L.)

Окрашиванию подвергались семена, освобожденные от оболочки. Удаление последней производилось на сухих семенах следующим образом: взяв семя в левую руку, мы осторожно нажимали ланцетом по шву в части, куда направлен корешок (с острого конца семени), оболочка раскалывается и легко отделяется от семенного ядра. В начале работы мы подвергали окрашиванию все семенное ядро, как делал в своих опытах с сосной Кравченко. После пребывания в течение соответствующих сроков в краске зародыши выделялись из эндосперма для учета степени окрашивания их. Это удобно производить, сделав надрез ланцетом со скошенным концом или копьем. При помощи последнего и препаровальной иглой легко удается выделить зародыш из эндосперма. Для установления степени жизнеспособности зародышей мы попытались вначале произвести проращивание на аппарате различно окрашенных групп, но оно не удалось, так как извлеченные из эндосперма зародыши сосны, лишенные питательных веществ, все без исключения загнивали. Возможно это удастся на искусственной питательной среде в стерильных условиях. Но не имея сейчас возможности произвести эту работу, мы ограничились микроскопическим анализом окрашенных зародышей, как и у семян желтой акации.

Исходя из указанных уже соображений, что метод окрашивания имеет целью заменить длительное проращивание семян в различных приборах, которое начинается с корешка зародыша, мы и здесь при анализе обратили особое внимание именно на нижнюю часть зародыша. Меристема конуса нарастания корешка зародыша покрыта чехликом громадных размеров, занимающим около $^1/_3$ величины всего зародыша (рис. 3 и 4). При микроскопическом анализе зародышей, окрашенных менее $^1/_8$, никогда не наблюдалось окрашенной меристемы. Она была окрашена лишь при наличии окрашенного кольца на высоте $^1/_3$ от кончика, затем при окраске зародыша сплошь на $^1/_3$ от кончика и более. На основании этого анализа нами была принята следующая группировка:

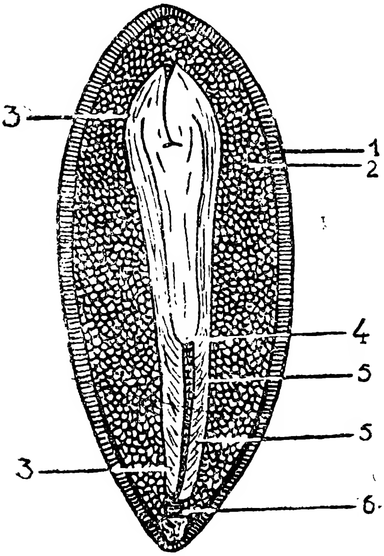


Рис. 3. Строение семени сосны в продольном разрезе: 1. семенная кожура, 2. эндосперм, 3. зародыш, 4. расположение меристемы, 5. корневой чехлик, 6. подвесок.

1) группа — неокрашенные зародыши.
2) „ — окрашенные менее $^1/_3$, считая от кончика корешка.
3) „ — окрашенные на $^1/_3$ и более.

К этой же группе относятся также зародыши с окрашенным кольцом на высоте не ниже $^1/_3$ зародыша, и с окрашенной почечкой, но два последних случая окраски встречались весьма редко.

4) группа — окрашен весь зародыш.

Первые 2 группы относятся нами ко всхожим, а последние 2 группы к невсхожим. Схемы окрашивания зародышей сосны изображены на рис. 5.

Интенсивно и слабо окрашенные части зародыша нами более не принимались во внимание, так как при микроскопическом анализе слабое окрашивание одной трети зародыша и более всегда обусловливало слабую окраску меристемы, что также указывает на мертвое состояние ткани.

Для окрашивыния нами испытывались, как и в случае с желтой акацией, образцы семян различного качества, с абсолютной всхожестью 93,1; 75,2; 45,6; 27,8% и совсем невсхожие, т. е. убитые кипячением в течение 30 мин.

В табл. 6 приведены данные по сосне № 355 и 364 с высшей всхожестью (93,1 и 95,0%), причем сравнивается абсолютная всхожесть, полученная двумя методами. Из нее ясно, что при окрашивании раствором краски 1:300 в течение 20—22 часов средняя всхожесть для 500 штук семян определена 92,3 и 91,07%, т. е. весьма близкая к всхожести той же сосны, определенной лабораторным проращиванием — 93,1%. Нельзя не отметить колебания в процентах всхожести, имеющих место в пределах каждой пробы (по 50 или 100 ш. семян) из 500. Но подобное колебание между отдельными сотнями в пределах 500 штук получается обычно и при проращивании на копенгагенском аппарате, и это считается вполне допустимым. Следующие два образца сосны № 374 и 295 с более низкой абсолютной всхожестью (75,2 и 45,6) мы вначале окрашивали как и образец высокой всхожести (№ 355), т. е. все семенное ядро. Но довольно многочисленные варианты концентрации и сроков окрашивания не давали величины

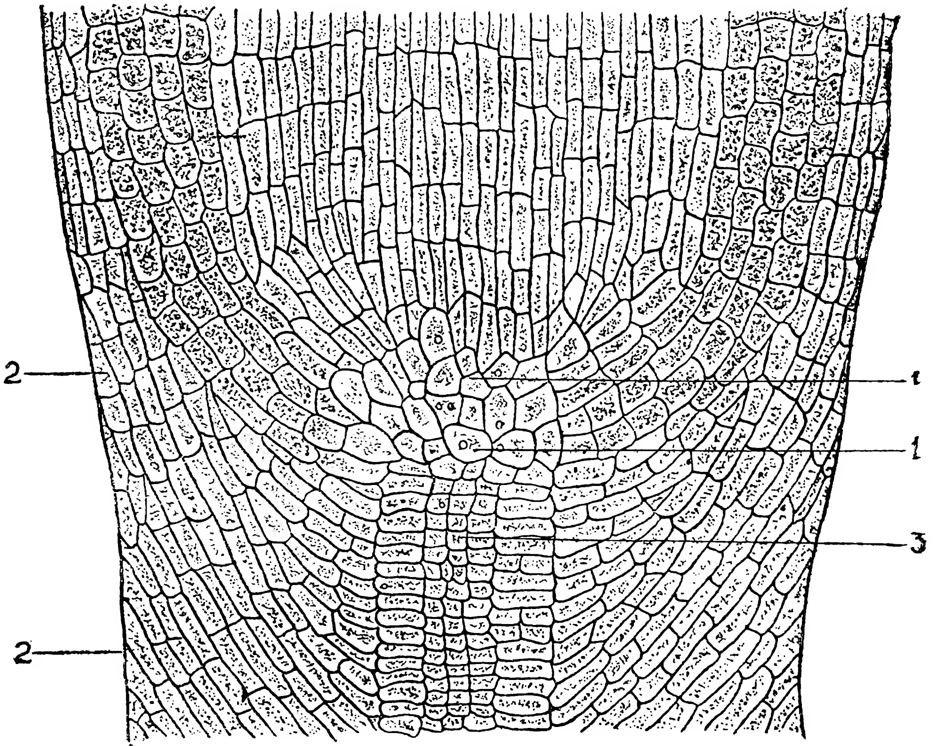


Рис. 4. Анатомическое строение нижней части зародыша сосны: 1. меристема, 2. верхняя часть корневого чехлика, 3. колюмелла.

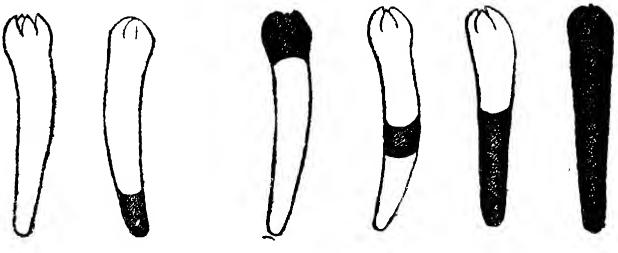


Рис. 5. Схемы окрашивания зародышей сосны: 1-й и 2-ой (слева направо) жизнеспособные зародыши; следующие, 3-й, 4-й, 5-й и 6-й—нежизнеспособные зародыши.

всхожести, близкой к величине, определенной проращиванием. Так, например, для образца № 374 со всхожестью 75,2%, определенной проращиванием, при окрашивании раствором 1 : 300 в течение 22 часов, данные по всхожести получились весьма колеблющиеся между отдельными пробелами (например 63,0 и 94,0%) и преувеличенные по сравнению с данными проращивания (см. табл. 7, графу — Окрашивание зародышей в эндосперме).

В образце № 295 со всхожестью 45,69, который испытывался одновременно с образцом № 374 (табл. 7), окрашиванием всего семенного ядра были получены данные, которые еще более резко отличаются от всхожести, установленной для этого образца проращиванием, а именно: при окрашивании раствором 1 : 300 в течение 24 часов и 1 : 200 в течение 20—27 часов была определена всхожесть в 71,7%—83,45% по сравнению с действительной всхожестью 45,6%. Из опыта с этими образцами, 374 и 295, вытекает, что при окрашивании всего семен-

ТАБЛИЦА 6

Сосна № 355 и № 364 (абсолютная всхожесть 93,1% и 95%)

Метод окрашивания									
Концент. краски	Продолж. окраш.	Колич. семян в пробе	Неокраш.	Окраш. меньше 1/3 зародыша	Окраш 1/3 и более	Окраш. весь зарод.	% всхожести при окраш.	Сред. % всхож. при окраш.	Всхожесть при проращивании
I. Окрашивание зародыша в эндосперме									
1 : 300	22 ч.	47	35	10	2	—	95,74	92,30	93,1
		49	28	11	10	—	85,72		
		96	72	16	7	—	91,67		
		50	31	13	6	—	88,00		
		100	81	11	6	1	93,00		
		50	44	5	1	2	94,00		
		50	43	6	1	—	98,00		
1 : 300	20 ч.	100	91	5	4	—	96,00	91,07	93,1
		100	93	5	2	—	99,00		
		100	68	21	11	—	89,00		
		97	69	15	13	—	86,00		
		100	65	23	12	—	88,00		
		115	91	10	13	1	87,00		
II. Окрашивание зародыша без эндосперма									
1 : 2000	1 ч. 20 м.	100	89	—	12	11	87,20	90,80	95,00
		100	103	—	1	4	94,40		
1 : 2000	2 ч.	100	90	—	3	7	90,00	90,80	95,00
		100	92	—	4	7	89,00		
		100	92	—	3	6	91,00		
		100	94	—	2	6	92,20		
		100	91	1	3	6	91,20		
1 : 2000	2 ч. 20 м.	111	99	—	6	6	89,10	89,10	95,00

Метод проращивания						
Назван. породы	№№. образца	Колич. семян	Здор. пророс.	Здоровые непроросшие	Загнившие	Пустые
Сосна	355	100	93	—	5	2
		100	89	—	8	3
		100	87	—	4	9
		100	88	—	10	12
		100	90	—	6	4
		500	447	—	33	20
В %% . . . . Абсолютная всхожесть .			89,4 93,1		6,6	4,2
Сосна	364	100	94	1	5	—
		100	97	1	2	—
		100	95	3	2	—
		100	95	4	1	—
		100	94	1	5	—
		500	475	10	15	—
В %% . . . . Абсолютная всхожесть .			95,00 95,00	2,0	3,0	—

ного ядра, очевидно, имело место недоокрашивание зародышей, особенно резкое для № 295 с плохой всхожестью. Причины недоокрашивания, по нашему мнению, могут заключаться в эндосперме, представляющем собою мешок живых клеток, со всех сторон окружающий зародыш. При вскрывании живого на вид и по окраске эндосперма для извлечения зародыша с целью установления степени его окрашивания приходилось иногда отмечать, что дряблые и гнилые, т. е. заведомо мертвые зародыши, оставались совершенно неокрашенными, в то время когда они должны были окраситься в синий цвет. Это вполне понятно, если вспомнить, что эндосперм часто отмирает после зародыша (21) и в живом состоянии, будучи полупроницаемым, медленно или совсем не пропускает краску к уже мертвому зародышу. Поэтому, мы пришли к необходимости устранения эндосперма и окрашивания непосредственно извлеченного зародыша. Для семян с зародышем, погруженным в эндосперм, в частности для томатов и моркови, Нелюбов также рекомендует окрашивать одни лишь извлеченные зародыши.

И в наших последующих опытах с этими образцами семян (374 и 295) окрашиванию подвергались уже только выделенные зародыши, и концентрация для них применялась значительно более слабая. Для образца № 374 со всхожестью 72,5% с помощью раствора 1:2000 в течение 2 часов установлена всхожесть 75,9%. Для образца № 295 со всхожестью 45,6% с помощью этой же концентрации 1:2000 и той же продолжительности окрашивания установлена всхожесть 45,6% (табл. 8). Получив указанные результаты для двух последних образцов, мы в пробе высшего качества № 364 всхожестью 95% (вместо пробы № 375 со всхожестью 93,1%, которой было мало) провели окраши-

ТАБЛИЦА 7

Сосна № 374 (абсолютн. всхожесть 75,2%)

Метод окрашивания								
Концент. краски	Продолж. окраш.	Колич. семян	Неокраш	Окраш. менее $^1/_3$	Окраш. $^1/_3$ и более	Окраш. весь зародыш	% всхож. при окрашив.	Средний % всхожести
I. Окрашивание зародыша в эндосперме								
1 : 200	22 ч.	50	25	18	7	—	86,6	—
		50	28	14	8	—	84,0	—
		50	39	6	3	2	9,0	87,0
1 : 300	21 ч. 25 м.	50	25	17	6	2	84,4	80,6
	2 ч.	50	22	7	11	6	63,0	
		50	42	5	1	9	94,0	
		50	40	4	5	1	88,0	
		100	65	7	19	8	72,7	
		103	77	4	18	4	84,4	
		90	71	5	11	3	78,3	
II. Окрашивание зародыша без эндосперма								
1 : 1000	1 ч.	78	49	7	22	—	69,2	67,2
		49	29	4	1	15	67,8	
		42	29	2	2	9	74,4	
		43	28	—	15	—	65,1	
		48	29	2	6	11	64,6	
		48	27	2	5	13	62,5	
1 : 2000	2 ч.	54	41	1	1	11	77,4	75,9
		54	35	3	—	16	70,4	
		52	38	—	1	13	73,11	
		50	38	—	5	11	70,3	
		99	82	—	9	8	82,3	
		100	74	—	16	10	74,0	
		92	72	—	8	12	78,2	

Метод проращивания							
Назван. породы	№№ образцов	Колич. семян	Здоров. пророс.	Непро-росшие	Здорав. непро-росшие	Загнивш.	Пустые
Сосна . . .	374	100	80	—	—	20	—
		100	72		—	27	1
		100	57		—	11	32
		100	66		2	29	3
		100	73		—	26	1
		500	348		2	113	37
В %		69,6			0,4	22,6	7,4
Абсолютная всхожесть .		75,2%					

вание выделенного зародыша с помощью той же концентрации (см. данные таблицы 6, графы—окрашивания выделенного зародыша), в течение той же продолжительности окрашивания, и здесь также удалось получить всхожесть, близкую к установленной проращиванием, а именно 90,8%.

В пробе низкого качества со всхожестью 27,8%, где окрашивался только выделенный зародыш при концентрации 1 : 2000 в течение 2 часов, всхожесть была определена в 35,1%.

ТАБЛИЦА 8

Сосна №295 (абсолютн. всхожесть 45,6 %)

Метод окрашивания								
Концент. краски	Продолж. окраш.	Колич. семян в пробе	Неокраш. 1	Окраш. менее $^1/_3$ зарод. 2	Окраш. $^1/_3$ или более 3	Окраш. весь зародыш 4	% всхожести при окраш.	Средн. % всхожести
I. Окрашивание зародыша в эндосперме								
1 : 300	24 ч.	48	29	11	8	—	83,33	78,93
		53	28	12	10	3	75,47	
		100	55	18	17	—	83,00	
		100	59	8	24	9	67,00	
		100	76	6	17	1	82,00	
		98	60	18	15	5	79,48	
1 : 200	20 ч.	101	56	24	14	7	89,21	83,45
		99	72	9	13	5	71,82	
		114	94	8	8	4	89,48	
		47	32	6	8	1	80,85	
		49	37	5	6	1	85,71	
1 : 200	27 ч.	100	54	13	26	7	67,00	71,60
		100	54	17	25	4	71,00	
		100	56	8	26	10	64,00	
		100	70	13	7	10	83,00	
		100	63	10	18	9	73,00	
II. Окрашивание извлеченного зародыша								
1 : 500	3 ч.	45	—	—	28	17	0,00	0,00
1 : 1000	3 ч.	49	—	—	38	11	0,00	0,00
1 : 1000	4 ч.	50	8	1	31	10	9,00	9,00
1 : 200	3 ч.	43	23	—	20	1	23,00	23,00
1 : 2000	2 ч.	48	8	9	11	20	35,42	45,2
	2 ч.	45	16	6	6	17	48,89	
	2 ч.	51	16	5	8	22	41,18	
	2 ч.	46	7	19	4	16	56,52	
	2 ч.	49	19	2	13	15	42,86	
	2 ч.	45	17	4	16	17	45,65	
	2 ч.	53	22	3	15	13	47,17	
	2 ч.	52	20	4	15	13	46,15	
	2 ч.	57	23	4	15	13	47,17	
	2 ч.	53	20	2	8	23	41,51	
1 : 4000	4 ч.	50	23	4	4	19	54,00	52,54
	4 ч.	47	19	5	9	14	51,07	

Метод проращивания							
Название породы	№№ образца	Колич. семян в пробе	Здоров. проросш.	Ненорм. проросш.	Здоровые непроросшие	Загнившие	Пустые
Сосна	295	100	47	—	7	44	2
		100	40	—	4	50	6
		100	48	—	3	42	7
		100	36	—	12	45	7
		100	46	—	7	45	2
		500	217		33	226	24
В %%			43,4%		6,6%	45,2%	4,8%
Абсолютная всхожесть . .			45,6%				

ТАБЛИЦА 9

Сосна № 1 (абсолютн. всхож. 27,8%)

Метод окрашивания									
Концент. краски	Продолж. окраски	Колич. семян в пробе	Не окраш.	Окраш. менее $^1/_3$	Окраш. на $^1/_3$ и более	Окраш. весь зародыш.	% всхож. при окраш.	Средн. % всхож.	% всхож. при проращ.
1 : 2000	2 ч.	103	32	5	20	46	35,9	35,1	27,8
	2 ч.	105	36	3	26	40	37,1		
	2 ч.	100	33	2	30	35	38,0		
	2 ч.	100	30	3	23	44	33,0		
	2 ч.	107	26	11	26	44	34,6		

Метод проращивания:

Всхожих семян	25,4%
Абсоблютн. всхожесть	27,8%
Здоровых непроросших	3,0%
Пустых	8,6%
Загнивших	63,0%

Таким образом, в некоторых опытах (образцы № 374 со всхожестью 75,2% и № 295 с абсолютн. всхожестью 45,6%) получено полное совпадение абсолютной всхожести, в то время как в других образцах при применении метода окрашивания получено превышение на 4,1% (№ 364 с абсолютной всхожестью 95,0%) и 7,4% (№ 1 с абсолютной всхожестью 27,8% — табл. 9).

Произведен также учет времени, затраченного для окрашивания зародышей, выделенных из эндосперма. Полученные данные помещены в таблице 10 и показывают, что при работе с 500 шт. семян требуется 9 часов или 1,5 рабочих дня, и если учесть, что для определения всех прочих качеств, согласно технических правил (вес, полнозернистость, сорность и пр.), потребуется еще $^1/_2$ дня, то для проведения полного анализа семян, включая определения всхожести методом окрашивания, потребуется 12 рабочих часов, распределяемых на 3 дня, в то время как при проращивании 500 штук семян необходимо в общей сложности 6 часов, распределяющихся на 18 рабочих дней. Следовательно, ответ о качестве семян можно получить при окрашивании в 6 раз быстрее при затрате труда, примерно, в два раза большей, по сравнению с проращиванием.

ТАБЛИЦА 10

Хронометраж для сосны

Название манипуляций	Метод окрашивания и прочие анализы			Метод проращивания и прочие анализы
	Для 100 шт. семян	Для 500 семян	Продолж. опыта	
Окрашивание зародыша, извлеченного из эндосперма				
1. Отсчет семян	5 м.	25 м.	25 м.	По нормам семенной лаборатории ВНИЛАМИ полный анализ 500 шт. семян с проращиванием на аппаратах требует 6 час., распределяющ. на 18 дней.
2. Очистка семян	30 м.	2 ч. 30 м	2 ч. 30 м.	
3. Намачиван. в воде	—	—	3 ч.	
4. Выделение зарод.	45 м.	3 ч. 45 м.	3 ч. 45 м.	
5. Перенесение в краску	1 м.	5 м.	5 м.	
6. Окрашивание	—	—	2 ч.	
7. Промывка после окрашивания	2 м.	10 м.	10 м.	
8. Группиров. зародышей окрашенных	15 м.	1 ч. 15 м.	1 ч. 15 м.	
9. Записи и вычисление % всхожести	10 м.	50 м.	50 м.	
10. Прочие анализы (вес, чистота, полнозернист. и прочие)	—	3 ч.	3 ч.	
	1. ч 48 м.	12 ч.	2 дня 5 ч., т. е. около 3 дней	6 час. в течение 18 дней

Опыты с семенами ели (Picea excelsa Lk.)

Семена ели по анатомо-морфологическому строению сходны с семенами сосны, и поэтому методика окрашивания (зародыша в эндосперме и без эндосперма), техника снятия семенной оболочки и извлечения зародыша производились так же, как и для семян сосны. При микроскопическом анализе было установлено, что корневой чехлик занимает у ели как и у сосны около $^1/_3$ величины всего зародыша, и поэтому зародыши после окрашивания разбивались на те же группы, которые были приняты и для сосны.

Для опытов нами взяты семена ели 93, 8; 28,2 и 4,3% абсолютной всхожести.

Начав работу с семенами низкой всхожести и окрашивая первоначально, как и Кравченко, работавший также с елью, все семенное ядро, мы, несмотря на продолжительное окрашивание (27—44 часа) и применение крепкой концентрации, все же имели резкое недоокрашивание зародышей (34,68% вместо 4,3% всхожести), на которое мы уже указывали в опытах с сосной и причиной которого, по нашему мнению, является эндосперм, задерживающий проникновение краски к зародышу (табл. 11).

ТАБЛИЦА 11

Ель № 281 (абсолютн. всхожесть 4,3%)

Концентр. краски	Продолж. окраш.	Колич. семян в пробе	Зародыш. не окраш. 1	Окраш. менее $^1/_3$ зарод. 2	Окраш. $^1/_3$ и более 3	Окраш. весь зародыш 4	% всхожести при окрашивании	Средн. % всхож.
			Окрашивание зародыша в эндосперме					
1 : 2000	27 ч.	100	25	13	42	20	38,0	41,2
		100	27	7	36	30	34,0	
		100	27	21	36	16	48,0	
		100	32	12	34	22	44,0	
		100	27	15	39	19	42,0	
1 : 2000	30 ч.	100	25	13	52	10	38,0	37,5
		100	15	22	46	17	37,0	
1 : 2000	44 ч.	100	4	21	60	15	25,0	34,61
		100	16	20	47	17	36,0	
		100	14	20	49	17	34,0	
		100	22	13	45	20	35,0	
		99	17	26	40	16	43,4	
			Окрашивание выделенного зародыша					
1 : 2000	2 ч.	99	10	—	20	69	10,10	10,82
		100	12	4	15	69	16,00	
		90	1	8	19	62	10,00	
		101	1	7	18	75	7,92	
		99	9	1	22	67	10,10	
1 : 2000	4 ч.	100	2	3	14	81	5,00	11,47
		101	5	2	10	84	6,93	
		97	15	1	25	56	16,45	
		100	12	—	15	73	12,00	
		100	12	1	23	60	17,00	
1 : 2000	3 ч.	100	9	—	15	76	9,00	9,45
		100	8	—	12	80	8,00	
		100	13	—	19	68	13,00	
		100	5	—	23	72	5,00	
		98	12	—	17	69	12,24	

Название породы	№№ образца	Колич. семян в пробе	Здор. проросшие	Ненорм. пророс.	Здоров. непророс.	Загнившие	Пустые
Ель	281	100	4	—	1	84	11
		100	2	—	—	96	2
		100	4	—	—	92	4
		100	4	—	—	80	16
		100	5	—	—	73	22
		500	19	—	1	425	55
В %% . . .			3,8		0,2	85,0	11,0
Абсолютная всхожесть .			4,3				

Полученные цифры заставили нас вновь вернуться к окрашиванию зародыша, извлеченного из эндосперма и, как показывают данные той же табл. 11, при окрашивании в течение 2 — 3 — 4 часов была получена всхожесть от 9,45 до 11,47% против всхожести 4,3%, определенной проращиванием. Разница на 5—7% между двумя методами допускается, так как при проращивании в пределах 500 шт. семян низкой всхожести допустимы расхождения на 5 — 7% для семян с.-х. растений. Для древесных семян эти колебания не установлены, но обычно допускаются бо́льшие расхождения. Эта проба почти не всхожая, и ее определение конечно не имеет практического значения, но для нас она представляет интерес наряду с образцами другого качества.

В образце семян ели № 289 с абсолютной всхожестью 28,2% из испытанных сроков при окрашивании выделенного зародыша наиболее подходящей концентрацией для определения всхожести оказалась 1 : 2000 в течение 3 часов (табл. 12).

ТАБЛИЦА 12

Ель № 289 (абсолютн. всхожесть 28 %)

Метод окрашивания								
Концентрация краски	Продолж. окраш.	Колич. семян в пробе	Зарод. не окраш.	Окраш. менее $^1/_3$	Окраш. на $^1/_3$ и более	Окраш. весь зародыш	% всхожести	Средн. % всхож.
Окрашивание извлеченного зародыша								
1 : 2000	2 ч.	50	14	—	14	17	31,1	—
	„	50	4	7	16	12	30,0	0
	„	50	6	7	25	6	29,5	35,2
	„	100	35	10	20	25	50,0	
1 : 2000	2ч. 30м.	100	23	11	23	41	34,7	34,7
1 : 2000	3ч.	50	7	4	9	23	25,6	33,0
	„	50	7	7	7	24	31,1	
	„	100	15	21	12	37	42,4	
	„	50	5	7	11	21	27,3	
	„	50	7	6	17	22	24,1	

Метод проращивания							
Название породы	№№ образца	Колич. семян в пробе	Здоров. litprоросш.	Ненорм. проросш.	Здоров. непроросш.	Загнившие	Пустые
Ель	289	100	29	—	—	66	5
		100	30	—	—	67	3
		100	28	—	1	60	11
		100	23	—	—	68	9
		100	20	—	—	69	11
		500	130	—	1	330	39
В %%			26,0	—	0,2	66,0	7,8
Абсолютн. всхож.			28,2				

Та же концентрация и та же продолжительность окрашивания установлены, как наиболее близко позволяющие определить всхожесть для образца № 337 (всхожесть 93,8%). Следовательно, для семян разнообразного качества концентрация 1 : 2000 в течение 3 часов позволяет правильно определить их всхожесть (табл. 13).

ТАБЛИЦА 13

Ель № 357 (абсолютн. всхож. 93,8%)

Метод окрашивания								
Концентр. краски	Продолж. окраш.	Колич. семян. в пробе	Неокраш.	Окраш. менее $^1/_3$ зарод.	Окраш. $^1/_3$ и более	Окраш. весь зарод.	% всхожести при окраш.	Средний % всхожести
Окрашивание зародыша, выделенного из эндосперма								
1 : 1000	20 м.	49	42	—	7	—	85,71	81,72
		54	42	—	11	1	77,77	
1 : 1000	30 м.	55	42	—	13	—	76,36	74,31
		99	82	1	15	1	83,83	
		51	32	—	15	4	62,75	
1 : 2000	2 ч.	48	46	1	1	—	97,91	91,60
	»	53	45	—	7	1	84,91	
	»	54	52	—	1	1	96,30	
	»	53	51	1	—	1	96,23	
	»	54	39	12	3	—	94,44	
	»	55	45	5	4	1	90,91	
	»	53	40	6	7	—	86,79	
	»	54	25	22	5	2	87,44	
	»	50	37	10	3	—	94,00	
	»	60	37	8	5	—	90,00	
	»	46	33	8	5	—	89,13	
1 : 2000	3 ч.	49	43	3	30	—	93,88	89,38
	3 ч. 20 м.	49	43	4	—	2	95,92	
	3 ч. 25 м.	50	48	—	2	—	96,00	
	3 ч.	54	45	—	9	—	83,33	
	»	47	41	2	4	—	91,49	
	»	52	50	1	1	—	98,07	
	»	55	47	—	8	—	85,45	
	»	55	42	—	13	—	76,36	
	»	50	36	9	5	—	90,00	
1 : 2000	4 ч.	54	51	—	3	—	94,44	77,57
	»	97	75	—	21	1	77,32	
	»	54	52	—	2	—	96,30	
	»	52	37	—	14	1	71,15	
	»	52	35	1	13	3	69,23	
	»	51	36	—	15	—	70,59	

Метод проращивания							
Название породы	№№ образца	Колич. семян в пробе	Просросш. здоровые	Ненорм. проросшие	Здоров. непросросш.	Загившие	Пустые
Ель	337	100	94	—	1	5	—
		100	55	—	—	5	30
		100	90	—	—	7	3
		100	91	—	—	4	5
		100	86	—	—	6	8
		500	426	—	1	27	46
В %% . . .			85,2	—	0,2	5,4	9,2
Абсолютная всхожесть . .			93,8				

В опытах с елью мы опять имеем дело с превышением всхожести (в 2,2% в образце № 337; 4,8% в образце № 289 и 5,15% в образце № 281) по сравнению с данными проращивания, которое, с нашей точки зрения, является вполне допустимым (см. ниже).

При учете времени, затраченного для окрашивания зародышей ели, установлено, что процесс очищения этих семян от оболочек требует несколько большего времени, чем у сосны. В результате данных, приведенных в таблице 14, установлено, что процесс окрашивания у ели, с прочим полным анализом, требует около 13 ч. 15 м. Подробные данные хронометража имеются в табл. 14.

ТАБЛИЦА 14

Хронометраж для ели

Название манипуляций	Метод окрашивания и прочие анализы			Метод проращивания и прочие анализы
	Для 100 ш. сем.	Для 500 ш. сем.	Продолж. опыта	
1. Отсчет семян	5 м.	25 м.	25 м.	По нормам семенной лаборатории ВНИЛАМИ полный анализ, включая проращивание 500 ш. семян лабораторным методом, требует 6 часов в течение 18 дней.
2. Очистка семян	45 м.	3 ч. 45 м.	3 ч. 45 м.	
3. Намачивание в воде	—	—	3 ч.	
4. Выделение зародыша	45 м.	3 ч. 45 м.	3 ч. 45 м.	
5. Перенесение в окраску	1 м.	5 м.	5 м.	
6. Окрашивание	—	—	3 ч.	
7. Промывка после окрашивания	2 м.	10 м.	10 м.	
8. Группиров. зародышей	15 м.	1 ч. 15 м.	1 ч. 15 м.	
9. Записи и вычисления % всхожести	10 м.	50 м.	50 м.	
10. Прочие анализы	—	3 ч.	3 ч.	
	2 ч. 03 м.	13 ч. 15 м.	19 ч. 15 м. (3 дня — 1 ч. 15 м.	6 часов в течение 18 дней.

Заключение

В наших данных по всем испытанным нами породам на образцах различного качества семян, имеющихся в сводной таблице 15, обращает на себя внимание превышение процента всхожести при применении метода окрашивания.

Полного совпадения цифровых данных, полученных обоими способами и трудно ожидать, так как в пробах, взятых для испытания, количество семян различных категорий (всхожих, пустых и пр.) может быть не вполне одинаковым и при определении всхожести проращиванием допускается расхождение до 6—10. Колебания при окрашивании вполне объяснимы, если принять во внимание, что при окрашивании в пробах всегда участвуют семена здоровые, но не проросшие по каким-то причинам в течение испытуемого времени на аппарате. Эта категория семян, характерная для желтой акации, встречается также у хвойных и является, главным образом, по нашему мнению, причиной всех превышений, которые постоянно наблюдаются при окрашивании.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА 15

Название породы	№№ пробы	Здоров. не проросш.	Пустые	Загнившие	Всхожесть определенн. проращив.	Всхожесть определенн. окрашив.	Концентр. краски	Продолж. окрашив.
Caragana arborescens Lam.	19/1	8,8	—	18,6	72,6	78,7	1 : 2000	2 ч.
	289	—	—	59,4	40,6	38,4	1 : 2000	2 ч.
	178	—	—	79,8	20,2	17,7	1 : 2000	2 ч.
Pinus silvestris L.	364	2,0	—	3,0	95,0	90,8	1 : 2000	2 ч.
	374	0,4	7,4	22,6	75,2	75,9	1 : 2000	2 ч.
	295	6,6	4,8	45,2	45,6	45,2	1 : 2000	2 ч.
	1	3,0	8,6	63,0	27,8	35,1	1 : 2000	2 ч.
Picea excelsa Lk.	337	0,2	9,2	5,4	93,8	91,6	1: 2000	2 — 3 ч
	289	0,2	7,8	66,0	28,2	33,0	1: 2000	2 — 3 ч
	281	0,2	11,0	85,0	4,3	9.45	1: 2000	2 — 3 ч

ТАБЛИЦА 16

Окрашивание 500 шт. семян в течение 20 часов по Кравченко

Название пород	Результаты окрашивания зародышей										% всхож. на аппарате	Концентр. краски
	Всхожих.				Не всхожих:							
	Соверш. не окраш.	Слабо окраш. менее $1/2$ зарод.	Всех	В %%	Интенс. окраш. весь зарод.	Интенсив. окраш. $1/2$ зарод.	Интенс. окраш. $1/2$ зарод.	Слабо окраш. $1/2$ или весь зарод.	Всех	В %%		
Pinus silvestris	240	45	285	57	110	85	15	5	215	43	55	1 : 200
	464	14	480	96	1	3	12	3	20	4	95	1 : 200
Picea excelsa	231	111	340	68	47	63	32	18	158	32	65	1 : 200
Picea orientalis	182	139	22	64	38	107	29	5	179	36	63	1 : 200
Larix europaea	21	13	34	34	12	21	25	9	56	66	30	1 : 200
Abies nordmanniana	67	48	105	52	28	34	27	16	95	48	47	1 : 200
Pinus taurica	122	150	272	54	112	97	13	6	228	46	51	1 : 200

---

[1] Цитировано по Кравченко, при печатании раб. Кравченко в таблицу, очевидно, вкралась ошибка, так как помещены две одинаковых графы.

Тов. Кравченко, сравнивающий в своей работе данные двух методов, приводит абсолютную всхожесть семян; он также получил превышение при окрашивании от 1 до 5% (см. данные табл. 16). Кроме указанных случаев, в литературе имеется указание на получающееся при окрашивании превышение всхожести; так, например, Мотренко, в опытах с семенами эспарцета плохой всхожести, упорно получала превышение, объясняя его непригодностью индигокармина для определения всхожести. Но она, к сожалению, не приводит подробных данных проращивания, и поэтому нам трудно судить о правильности выводов автора.

Нелюбов в опытах с клевером при окрашивании также получал превышение в 4,5—7%. Вообще эти колебания, не превышающие расхождений при методе проращиваний, кажутся нам вполне объяснимыми и допустимыми. Установленная нами для определения всхожести концентрация краски 1 : 2000 и продолжительность окрашивания в 2—3 часа весьма сильно расходятся с данными Кравченко для этих же пород (1 : 200 в течение 20 часов). Это несоответствие можно объяснить частью неправильным определением концентрации краски, без поправки на нерастворимый остаток, частью же изменениями, произведенными нами в методике т. Кравченко, являющейся, как выяснилось при проверке ее, недостаточно точной. Указанный автор производил окрашивание всего семенного ядра, не выделяя зародыша из эндосперма, который в живом состоянии полупроницаем и может препятствовать проникновению краски к зародышу. Этим т. Кравченко нарушает основное условие для получения правильных результатов — свободный доступ краски к зародышу. Приняв в начале нашей работы эту методику окраски, мы, работая с образцами высокой всхожести, также получали данные, очень близкие к полученным путем проращивания; но на образцах среднего и особенно низкого качества нам пришлось наблюдать резкое недоокрашивание зародышей (см. табл. 8 для сосны и табл. 11 для ели).

Эта методическая неточность, допущенная т. Кравченко, легко объяснима, если принять во внимание, что он исследовал мало разнообразный материал, имея лишь образцы одного качества. Между тем недоокрашивание зародыша, полученное при окраске всего семенного ядра, нами было обнаружено именно при работе с образцами различной всхожести. В работе Дорошенко при окрашивании семян семейства зонтичных также производилось извлечение зародышей из эндосперма. Имеется указание, как выше уже упоминалось, и у Нелюбова, что „для таких семян, у которых зародыши легко освобождаются от окружающей ткани, предельная всхожесть определяется скоро и точно“ и, работая с семенами томата и моркови, он также извлекал зародыш из эндосперма.

У Исаченко, в большинстве случаев, также применялась концентрация 1 : 2000 в течение 1—4 часов в зависимости от породы семян и, таким образом, его данные, полученные для с-х. растений, вполне совпадают с нашими данными для семян древесных пород, если не принимать в расчет поправки на неполную растворимость индигокармина в воде.

Подводя итоги нашей работы, мы можем сказать следующее:

1. Распределение окрашенных зародышей на всхожие и невсхожие следует производить на основании экспериментально проверенных данных для каждой породы различно.

2. При определении всхожести семян желтой акации следует брать все семенное ядро; у хвойных же (ель, сосна) следует брать только зародыши, выделенные из эндосперма. Полученные нами данные гово-

рят о неточности методики, применяемой т Кравченко для ели и сосны, так как она не обеспечивает правильных показателей всхожести, особенно для среднего и низкого качества.

3. Окрашивание индигокармином концентрацией 1:2000 в течение 2 часов для желтой акации и сосны и 2—3 часов для ели позволяет правильно определить различную всхожесть семян различного качества.

4. Действительная концентрация окраски может быть установлена только с поправкой на нерастворимый остаток.

5. Для сравнения метода окрашивания и метода проращивания необходимо данные, полученные прямым проращиванием, перечислять на абсолютную всхожесть, определяемую при окрашивании; или же данные по окрашиванию приводить к данным проращивания, вычисляя всхожесть на все семена в пробе (включая пустые).

6. Хронометраж, проведенный на исследованных семенах, для метода окрашивания и метода проращивания позволяет считать, что ответ о качестве семенного материала в первом случае можно получить в 6—9 раз быстрее при затрате труда около 2 раз большей, нежели во втором.

Литература

1. Quam O. Zur Atmung des Getreides. Eine Relation zwischen Keimfähigkeit u Atmungstätigkeit. Jahresber. d. Vereinig. für Angewandte Botanik. 4 Jahrg. 1906.— 2. Гаусман С. К. и Иванисова Е. П. К вопросу о зависимости между всхожестью и дыханием семян. Изв. имп. Петерб. бот. сада, т. IX, вып. V. 1909 г.— 3. Elliot, Darsie u. Peirce. A study of the Germinating Power of Seeds. Bot. Gaz. Vol. 58, 1914.— 4. Nemeç A. et Duchon. Sur une methode indicative permettant d'evaluer la vitalité des semences par voie biochimique. Compt. rendus de l'Academie des Sc. de Paris 1922.—5. Davis. The use of catalase as a mean of determining the viability of seeds. 1926. Proc. of the XVIII An. Mett. of the Ass. off. Seed. Anal. of North America 1925. Prof. paper no 2.— 6. Lessage P. Sur l'emploi de solutions de potasse à la reconnaissance la faculté germinative de certaines graines. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. de Paris 152, 1911, 615.— 7. Waller A. An attempt ot estimate the vitality of seed dy an electrical method. Ann. of Botany 15, Proceed of the B. Soc., London 68, 79—92, 1901.—8. Яната. К вопросу о быстром определении всхожести семян. Труды сильско-господарской ботаники. Вып. I, том I 1926, Харьків.— 9. Каменский К. В. Стимуляция всхожести семян при помощи кипячения в воде и явления ложного прорастания. Зап. по семеноведению. Том V, вып. V, 1928.— 10. Кравченко Г. Быстрое определение всхожести семян хвойных пород окрашиванием. Социалистическое лесное хозяйство и агролесомелиорация. № 1, 1932 г. Издание Всесоюз. н-иссл. ин-та лесного хозяйства и агролесомелиорации. Харьков.— 11. Hibbard & Muller. Biochemical study (ies) on seed viability. Plant Physiology, vol. III, № 3, 1928.— 12. Нелюбов Д. Н. О способах определения всхожести помимо проращивания. Зап. по семеноведению, изд. Гл. Бот. садом том IV, вып. 7, 1925.— Issatschenko P. Ueber die Verwendung von Farblösungen zur Untersuchung der Keimfähigkeit d. Samen. Fortschritte d. Landwirtschaft. Jahrg. 6. Heft 8, 1931.—14. Мотренко Т. Г. Быстрый способ определения всхожести семян методом окрашивания в применении к хлебным и другим полевым культурам. Изд. Севкрайзу, 1926. Труды с.-х. опытн. учрежд. Северного Кавказа, бюллетень № 283.— 15. Каменский К. В. Методика исследования качества посевного материала. Сельсколхозгиз. 1925.—16. Niethammer A. Kann die Keimfähigkeit unserer Samen ohne Keimprobe bestimmt werden?— Fortschritte d. Landwirtschaft. Heft 8, Jahrg. 6 1931.—17. Kornfeld Arnold. Untersuchung d. Keimfähigkeit mit Hilfe von Farblösungen. Fortschritte der Landwirtschaft, 5 Jahrg., Heft 20, 1930.— 18. Дорошенко А. В. Определение всхожести семян зонтичных культур методом окрашивания. Социалистическое растениеводство, серия А, № 7, 1933.—19. Петров. Отчет Репетекской лесной опытной станции за 1932 год.— 20. Тольский А. Основа лесокультурного дела в СССР. Часть I. Лесное семеноводство 1932, стр. 90—100. Сельколхозгиз,—21. Красносельская-Максимова Т. А. Новые данные по физиологии прорастания семян, 1929.

E. J. SCHAEFER-SAFONOVA, M. I. KALASCHINKOVA and A. S. KOSTROMINA

Determination of the vaiability of tree seeds by means of the staining method

Summary

The represent work was carried out in 1933 by order of the Glavleshoz (Forest Service) of Peoples Commissariate of Agriculture, in the Physiological Laboratory of the All Union Institute of Forest Culture and Forest Melioration.

An attempt was made to apply Nelubov's „staining method“ for determining the germination capacity of the seeds of different kinds of trees and shrubs. The determination of the quality of such seeds is very complicated, while the „staining method“ which may substitute the long germination test, might be exceedingly helpful to the workers on seed control. The material used in the present work consisted of seeds of caragana, pine and spruce of three-four different qualities. The stain used was indigo-carmine which produced better results as compared to other stains employed by other authors (Nelubov, Issatchenko, Motrenko, Kravchenko and Doroshenko).

The seeds we preliminary soaked in water for the purpose of removing the seed coat before staining. The entire kernel of caragana seed should be used for the test, while from the corifers (spruce and pine) only embryos separated from the endosperm were used. All data of the experiment with different concentration of stains and different periods of staining are summed up in 16 tables. From the last compiled table it may be seen, that the immersion in 1/2000 solution of the stain (actual concentration) permits to determine the vitality of seeds of different quality in 2 hours for caragana and pine and in 3 hours for spruce.

All the results of germination which were obtained by means of staining were checked by direct germination tests in the Copenhagen apparatus.

For comparing both methods it is necessary to reduce the values obtained by direct germination to the absolute germination capacity determined by staining, or to reduce the results of staining to the results of the germination test by calculating the germination capacity for all seeds in the sample (including the empty seeds).

Toward the close of our investigation it appeared that the most important and complicated part of the work was the proper distinguishing of the vitality of seeds by the degree of their staining. For solving this problem which has not been sufficiently cleared up in the work of Nelubov, the seeds after staining were separated into different groups which then were tested in the Copenhagen apparatus. The vitality of seeds was thus determined by the character and degree of their colouring.

The viability of seeds was determined not only by means of the germination test, as will be explaines later.

The differently stained embryos of conifers (pine and spruce) did not germinate and began to decay rapidly in the apparatus. Therefor we had to apply to these species the method of anatomical and morphological analysis.

Bearing in mind that the „staining method“ must substitute the germination test in apparatuses and by other means, we concentrated our attention to the root of the embryo from which germination starts. After making anatomical preparations of the root of the embryo we observed the location and the condition of the meristem in the growing cone of the root from which the further growth and development of the embryo depends.

We made the condition of the meristem the criterion for determining the viability of seed. The stained meristem determines dead seeds, the not stained meristem the live ones.

The size of the root coat of the embryo covering the meristem differs in the seeds of different species, and as a result of this the meristem of the growing cone is located at different distances from the tip of the root. Therefor seeds, when determining their viability, should be distinguished by their anatomical-morphological texture. The character of the staining in the investigated species was not uniform. Forinstance, when staining seeds of caragana, the live seeds will be those that have not stained at all or show but slight traces of staining on the cotyledons or slightly stained points on the tip of the embryo root; in the last case, after anatomical analysis, it was found that the coat of the root alone had stained.

In the presence of a more deep staining of the tip of root, the meristem close to the tip was also stained; such seeds, and those that took a darker shade were considered as having no germinative capacity.

The meristem of spruce and pine seeds which have a very large coat, is located high, i. e. approximatly at the height of one third from the tip of the root. Thus when the embryo is stained for 1/3 less than from the tip, the meristem does not stain and we consider such seeds as having germinative capacity; when the embryo is stained for more than 1/3 of the length of the tip, the meristem is always stained and such embryos are dead.

With such an individual approach to the distinguishing between live and dead seeds, by the degree and character of their staining, we could obtain data on the germination capacity which approached very closely the results of the germination tests, see Table 16.

The record of the time spent for investigating the seeds by both methods showed that the data on the quality of seeds could be obtained 6—9 times faster by the staining method, than by means of germination test and with twice the amount of labour.

ТОМ 19 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР 1934 № 6
TOME 19 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS 1934 № 6

Дорогой памяти
Павла Сергеевича Элиасберг

М. А. ГУДЛЕТ

Строение и свойства пектиновых веществ. I.

I. Химия пектина

Изучение пектина представляет одну из наиболее оживленных и интересных областей современной биохимии растений. Веществу, еще недавно пополнявшему список „пасынков“ отдела углеводов, к которым относятся гемицеллюлозы, кутин, „растительные слизи“ „и пр.“, за последние 15 лет было посвящено большое число работ немецкой и английской школы исследователей. Эти работы в значительной мере пролили свет на его строение и отчасти превращения. Настоящая статья ставит целью отразить современное положение дела химического изучения пектина.

Определение и терминология. Пектин — вещество растительного происхождения, входящее в состав клеточных стенок и межклеточных пространств растений. По химическому составу он близок к пентозанам и гемицеллюлозам, но отличается от них наличием карбоксильных групп, следовательно кислыми свойствами. С водой пектин образует коллоидные растворы и характеризуется способностью давать при кипячении с сахаром и кислотой твердые гели. Последнее свойство пектина оказалось чрезвычайно ценным для использования, главным образом в мармеладном производстве, так как пектиновый скелет служит основой мармеладного желе. Повышенное количество пектина отлагается в мясистых частях растения — плодах, корневищах и пр. В области изучения пектинов окончательно установившейся терминологии еще нет, но есть преобладающая, в согласии с которой мы условимся первоначально заложенные в растении пектиновые вещества называть протопектином, первый неизменный продукт перевода протопектина в раствор — пектином и конечный устойчивый продукт деградации (но не глубокого гидролиза) пектина — пектиновой кислотой. Все эти понятия, и в особенности последнее, будут в последующем изложении углублены и расширены.[1]

I. История исследований пектина

В 1824 г. пектиновое вещество было впервые обнаружено и описано ботаником Пайен'ом (Payen, 1), который нашел его в вытяжке из айланта (*Ailanthus*). В 1825 г. Браконно (Braconnot, 2), омылив щелочью вытяжку из земляной груши и затем подействовав на продукт омыления избытком кислоты, получил желеобразный осадок вещества, обнаруживавшего кислые свойства. Это вещество он назвал „пектиновой“, или студеневой кислотой — от греческого слова — πηκτος — отверделый. Уже в 1838 г. Мюльдер (Mulder, 3) исследовал целый ряд растительных соков и всюду нашел в них вещество, которое, по его мнению, отличается от пектиновой кислоты Браконно лишь присутствием в нем кальция в виде солеобразного соединения. Он же первый доказал, что пектиновые вещества инкрустируют стенки растительных клеток. Мы не будем приводить целый ряд появившихся затем работ, имеющих лишь историческое значение, и подробно разберем лишь работы Фреми (Fremy, 4-5, 1848—1859), как наиболее полные и характерные для данного периода.

---

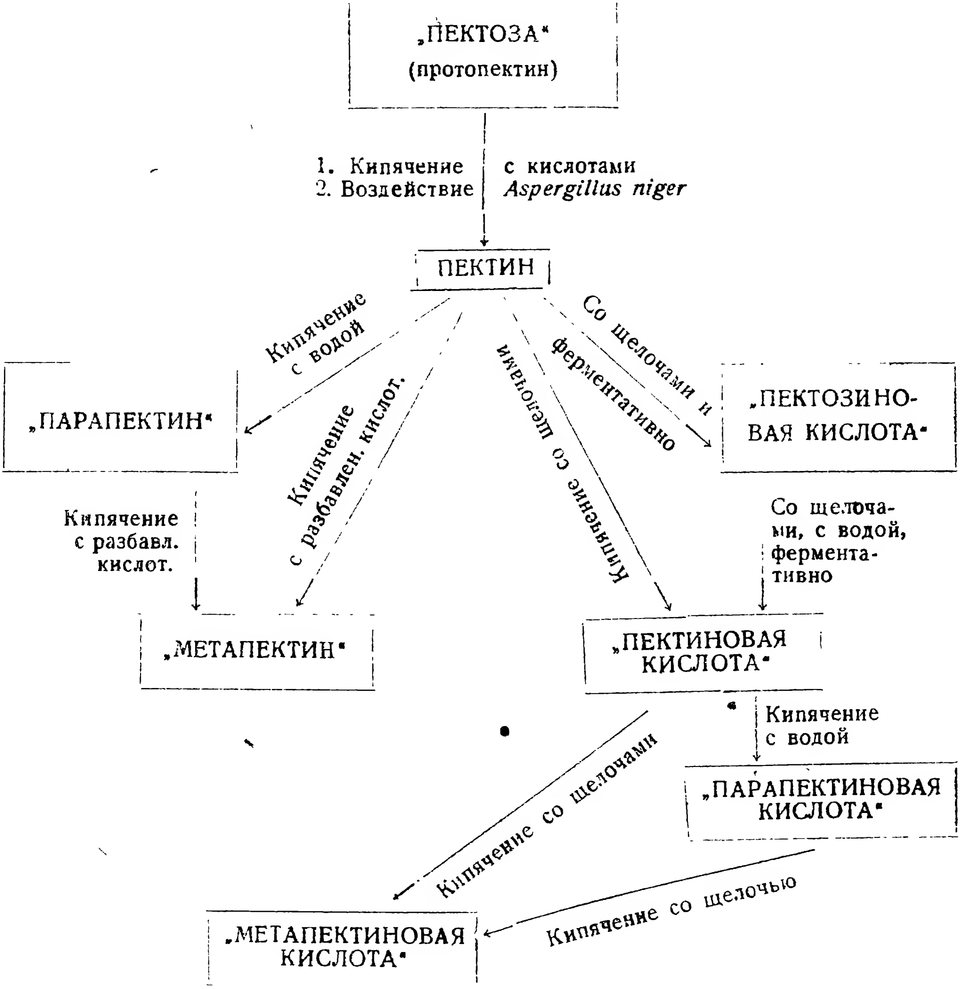
[1] Принятая в настоящей статье терминология рекомендована American Pectin Symposium с 1925 г.

Просматривая историю любой области знаний, легко можно отметить, что всегда при изучении нового предмета или явления первоначально накапливается много фактов, значение особых явлений приобретают вопросы, становящиеся впоследствии частными, появляется большая терминология и много „теорий - мнений“, зачастую неосновательно облеченных в чрезвычайно конкретную форму. История изучения пектина дает сказанному хорошее подтверждение. Фреми в течение ряда лет занимался процессами, происходящими при созревании плодов, и много времени уделил изучению пектиновых веществ и продуктов их распада. Он первый, микроскопически изучая материал (смородину), установил, что пектин залагается в незрелых фруктах в виде „пектозы“. При перезревании „пектоза“ постепенно исчезает. Он указал (исследование груш), что „пектоза“ переводится в раствор при обработке материала слабыми органическими и минеральными кислотами (щавелевой, яблочной, серной и пр.). По Фреми, пектин есть продукт, образовавшийся при отщеплении кальция от вещества, первоначально заложенного в растении — „пектозы“ или, говоря современным языком, протопектин есть продукт соединения пектина с ионом кальция. Пектин, по Фреми, выпадает в виде белых хлопьев, при высушивании порошкообразен, или рогоподобен, в водных растворах опалесцирует и вращает плоскость поляризации вправо. Он первый установил, что пектин осаждается алкоголем и эфиром, — первый метод в настоящее время имеет громадное значение при очистках и изучении пектина. Пектин при кипячении с разбавленными кислотами дает плохо растворимый „метапектин“. Если кипятить пектин не с кислотами, а с водой, получается продукт, названный Фреми „парапектином“. Кипячение со щелочами дает „пектозиновую кислоту“. Эти продукты различаются по отношению к осаждению уксуснокислым свинцом и различному содержанию свинца после осаждения. Кроме того Фреми различает целый ряд пектиновых кислот, получаемых различными подобными же манипуляциями. Мы несколько подробнее остановились на описании получения парапектина, метапектина и пр., чтобы показать, по каким, в сущности формальным, признакам характеризовались группы, установленные Фреми. Но при всем том названный исследователь собрал громадный материал, совершенно необходимый для дальнейших работ. В сущности, Фреми было известно все о пектине, что известно и в наше время, но совершенно формально. Хорошую сводку всего, проделанного Фреми, представляет табл. 1, на которой можно видеть как связь между различными пектиновыми фракциями, так и способы их получения.

В дополнение к сказанному выше следует указать, что Фреми первый наблюдал и действие ферментов на пектин, именно положительно указал, что „пектоза“ (протопектин) переводится в раствор при воздействии на пектинсодержащий объект грибком *Aspergillus niger*, а также осуществил ферментативный перевод одной из пектиновых фракций — пектозиновой кислоты — в пектиновую кислоту. Таким образом он открыл ферменты, которые в настоящее время называются протопектиназой и пектазой. К этому времени относится ряд работ, авторы которых под влиянием Фреми указали еще ряд формальных превращений пектина и дали им названия.

ТАБЛИЦА 1

Производные пектина по Фреми



Но уже в 1868 г. Шайблер (Scheibler, 7) подверг гидролизу метапектиновую кислоту Фреми и обнаружил, что она дает сахар. Этот сахар он назвал „пектинозой", считая его особой разновидностью сахаров. Работа Шайблера была по сути дела первой работой по химии пектина, открывшей собой второй период накопления материала — период частных малосвязанных, но конкретных анализов, не собранных общей идеей. В 1873 г. Шайблер (8) идентифицировал открытую им „пектинозу" с арабинозой.

Ряд анализов Херцфельда (Herzfeld, 9), Толленса (Tollens, 13), Шрайбера (Sryber, 14), Бауэра (Bauer 15, 16), Буркелло и Геррисей (Bourgvellot et Herrisei, 17, 18, 19) установил, что в пектине присутствует арабиноза (кроме Шайблера, 9), галактоза (9, 15, 16, 17, 18, 19) и наконец галактуроновая кислота (Зуарец, Suarez, 20).

Манжен (Mangin, 1891-93 — 10, 11, 12), при исследовании пектина пользовался методом окрасок. В этой чрезвычайно тщательно выполненной работе названный автор приводит длинный список различных характерных красок. Все они относятся к ряду основных, что указывает на кислый характер пектина. Несколько позднее он описал краску, по его мнению для пектина являющуюся специфической, именно рутений-рот. Правда, позднейшими исследованиями было доказано, что рутений-рот окрашивает также гликоген и изолихенин, но во всяком случае этот метод окраски пектина для объектов, не содержащих двух названных соединений, является одним из лучших.

Очень точные валовые анализы пектиновых веществ из материалов самого различного происхождения дали Тромп де Гааз и Толленс (Tromp de Haas et Tollens, 21). Результаты этих анализов мы приводим в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2

Состав пектина по Тромп де Гааз и Толленсу

	C	H	O	H : O	Зола	N[1]
Пектин из:						
яблок	43,41	6,36	50,22	1 : 7,9	5,95	0,245
вишен	42,50	6,68	50,95	1 : 7,8	20,50 (!!)	0,000
смородины	46,98	5,77	47,25	1 : 8,2	5,02	1,005
ренклодов	42,06	5,95	51,04	1 : 8,5	3,34	1,150
ревеня	43,14	6,79	50,06	1 : 7,4	4,19	0,500
репы	41,19	5,90	53,16	1 : 9,0	7,29	0,000

Позднее, на основании этой работы и некоторых дополнительных, Толленс, исходя из соотношений водорода и кислорода в пектине, предположил, что пектиновая молекула содержит карбоксильные группы. За это же время Фрезениусом и его школой были произведены и первые, весьма многочисленные, но несовершенные количественные определения содержания пектина в различных объектах. Подводя итог историческому периоду изучения пектинов, мы можем сказать, что к 1917 г. было установлено, что пектин — вещество углеводного характера, имеющее карбоксильные группы, дающее при гидролизах арабинозу, галактозу и может быть, галактуроновую кислоту. Было известно, что пектин, переходя в раствор, изменяется и, будучи подвергнут различным воздействиям, способен испытывать различные превращения, формальная сторона которых была изучена довольно хорошо.

2. Работы Фелленберга и Эрлиха

За период 1914-1917 гг. немецкий исследователь Теодор Фелленберг поместил ряд статей (Fellenberg, 22, 23, 24, 25), в которых указал, что в фруктовых соках и настоенных водках (Trinkbranntweine) часто можно обнаружить присутствие метилового спирта. В процессе работы выяснилось, что источником его происхождения являются пектиновые вещества, всегда в некотором количестве имеющиеся в этих напитках. Фелленберг поставил обширную работу по изучению пектина, результаты которой опубликовал в 1918 г. в 85-й тетради Biochemische Zeitschrift (26). Статье предшествует критическая сводка литературы, центральное место которой отводится работам Фреми. Экспериментальную часть Фелленберг открывает указанием, что он различает следующие разновидности пектиновых веществ:

---

[1] В настоящее время отсутствие азота в пектине нужно считать доказанным.

1) изначально заложенный в растении протопектин (термин протопектин первый в литературу ввел Чирх в 1917 г. (Tschirch 27));
2) пектин и
3) пектиновые кислоты.

Это разделение является классическим и общепринятым (отличается классификация Эрлиха) в настоящее время.

Экспериментальный материал Фелленберга очень обширен и разносторонен. В разделе, посвященном трактовке вопроса о протопектине, Фелленберг устанавливает прежде всего, что это вещество более сложное, чем пектин. Он поставил опыт с извлечением пектина яблок в 50% раствор сахара и в первом продукте извлечения, который он считал за неизмененный или мало измененный протопектин, определил метиловый спирт, количество которого оказалось равным 2,12%. Так как яблочный пектин, по данным самого автора, содержит 11,94% метилового спирта, то процентное количество пектина в протопектине пропорционально, по его мнению, отношению этих величин,

$$\frac{2{,}12\% \cdot 100}{11{,}94\%} = 17{,}76\%,$$

показывающему, во сколько раз в неизмененном продукте пектин „разбавлен“ посторонними веществами. В данном случае мы видим, что в протопектине яблок 17,76% приходится на пектин, а остальные 82,24% на вещества, с которыми он связан.

Каковы же эти вещества?.

Фелленберг полемизирует с авторами, высказывающимися за то, что протопектин представляет комбинацию пектина с ионами кальция, считая, что последний извлекается с пектином лишь случайно. Это убеждение он основывает на ряде опытов с извлечением пектина различными растворителями, причем в каждом случае в продукте извлечения определялось количество пектина и количество кальция. Растворителями являлись: горячая вода, холодная 2% уксусная кислота, 1% соляная кислота и т. п. При исследовании оказалось, что больше всего кальция перешло в уксусную кислоту, извлекшую лишь ничтожное количество пектина, и, наоборот, при сравнительно высоком выходе пектина в горячую воду, кальция в ней почти не оказалось. На этом основании Фелленберг считает, что переход кальция в раствор, сопровождающий извлечение пектина — явление случайное. Зато автор поддерживает мнение о несомненной связи пектина с целлюлозой. Еще и теперь воззрения Фелленберга на протопектин хотя и несколько устарели, являются доказательными, данные же второго опыта до сих пор заслуживают внимания. Взгляды Фелленберга на строение пектина и деградацию его до пектиновой кислоты являются классическими и до сих пор имеющими, кроме научного, громадный практический интерес. Именно, Фелленберг установил, что в молекулу пектина входит метиловый спирт, эфирообразно присоединенный к пектиновому ядру. При действии щелочи метиловый алкоголь отщепляется, причем это отщепление происходит в течение нескольких минут. С отщеплением алкоголя пектин принимает кислотные свойства, благодаря тому, что в нем обнажаются карбоксильные группы. Таким образом, по Фелленбергу, пектин представляет метиловый эфир пектиновой кислоты. Так как к молекуле пектина присоединено несколько метоксилов (сам Фелленберг считал, что в пектин входит 8 метоксильных групп), которые могут отщепляться постепенно, то, по Фелленбергу, между пектином и конечным продуктом его деградации — пектиновой кислотой, находится ряд промежуточных соединений повышающегося кислого характера — пектиновых кислот. Метоксильные группы могут отщепляться от молекулы пектина не только с помощью щелочей, но и при обработке его кислотами, при кипячении и пр. Фелленберг, исходя из данных анализов и предполагая содержание в молекуле пектина 8 метоксильных групп, дает для последнего следующую формулу, которая в своем ядре включает 2 молекулы пентоз, 2 молекулы арабинозы и 8 молекул метилового эфира галактуроновой кислоты. Нами для ясности даны лишь конечные эфирные группы:

$$(\text{Ядро пектина})\cdot(COOCH_3)_8$$

Ведя же осторожный гидролиз, он получил упомянутые выше промежуточные кислоты со следующей общей формулой:

$$\text{Ядро пектииа})\cdot(COOCH_3)_{8-n}\ (COOH)_n + nCH_3OH,$$

причем в каждом случае отщеплялось n молекул метилового спирта. Фелленберг указал, что именно эти промежуточные кислоты и получали в своих исследованиях Фреми и его последователи и давали им разные названия.

Таким образом работами Фелленберга все ранее получавшиеся формально различные вещества были сведены в единый процесс, в котором количественные различия (содержание метилового спирта) обусловливают разные качества.

Мы уже сказали, что работы Фелленберга имеют очень большое практическое значение. Действительно, пектин, образуя пектиновую кислоту, теряет свое основное физико-химическое свойство, о котором мы уже упоминали в начале этого очерка, — образовывать при кипячении с сахаром и кислотой твердый гель. Этот гель служит основой мармеладного желе. Часто при варке мармелада бывают случаи, что хорошо известного нам упругого мармеладного кружочка не получается, а образуется лишь липкое тесто, похожее на густую „повидлу“. Мармелад, как говорят производственники, „не схватило“. Эти случаи происходят от того, что при варке разрушается имеющийся в заготовленном плодовом тесте пектин — он доходит до состояния пектиновой кислоты, неспособной образовывать геля. Связь плохой „посадки“ мармелада с отщеплением метилового спирта несомненна, и в настоящее время имеется очень большое число работ, посвященных установлению ее количественного выражения. В дальнейшем придется еще встретиться с этим вопросом.

Кроме изложенного, Фелленберг чрезвычайно подробно изучил химические и физические свойства пектина и пектиновых кислот — их способность к высаливанью, осаждению электролитами, различные соли (последнее имеет большое значение в вопросах анализа) и пр. До сих пор его работа является чрезвычайно ценной для справок этого порядка. В настоящее время формула пектина по Фелленбергу отвергается, также имеется много данных за то, что пектин представляет не октаметоксилат, а содержит иное количество метилового спирта, но принципиальное значение его работ остается неизменным. Подводя итог сказанному, отметим еще раз, что Фелленберг открыл наличие в пектине эфирных группировок, от которых зависит целый ряд его физических свойств, и представил видоизменения пектиновых веществ в виде единого процесса. Но Фелленберг, войдя в сущность процессов, происходящих с пектином, не коснулся глубоко строения его основного ядра. Эта задача выпала на долю другого исследователя. Цитируя литературу, относящуюся к вопросу, Фелленберг упоминает напечатанную в 1917 г. работу Ф. Эрлиха (Ehrlich), в которой названный исследователь говорит, что при извлечении пектина в раствор, в нем всегда в качестве неизменного компонента можно открыть растворяющийся в спирту арабан. Ф. Эрлих и был тем исследователем, который дал нам разработанную теорию структуры пектинового ядра.

Итак, с 1917 г. и до наших дней, как бы преемственно продолжая традиции исследований Фелленберга, помещает в печать свои работы Ф. Эрлих. Работы Эрлиха принадлежат к типу бесспорно классических. Отличаясь строгой последовательностью и подкупающе логическим развертыванием исследований, они, кроме того, строго продуманы в части изложения и корректно точны в описании методик, применяемых автором. Все его работы, первая 1917 г. (28), являющаяся вступительной, и все последующие, посвященные исследованию отдельных пектиносодержащих объектов (29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 — в списке приведены и названия работ) представляют собой одно целое, развертывающее общую картину. Являясь представителем старой школы биохимиков-органиков, Эрлих в своих работах представляет все характерные черты немецкого исследования: солидность, упорство и некоторую своеобразную старомодность. Мне кажется, что молодым специалистам можно на трудах Эрлиха поучиться, как надо работать и писать.

Исследование пектинов различных объектов (сахарной свеклы, льна, апельсина, земляники, красной смородины) показало, что все они имеют общие черты строения. Так как представления Эрлиха о строении пектиновых веществ исторически сложились у него в процессе изучения пектина сахарной свеклы (чему посвящена и большая часть его основных работ), то на этом объекте я задержу внимание читателей, попутно приводя и черты его методик.

Тонкие ломтики сахарной свеклы, предназначенные для извлечения из них пектина, по Эрлиху предварительно многократно обрабатываются теплой, 50-60-градусной, водой. Этим путем исследователь, пользуясь тем, что при названных температурах пектин в раствор не переходит, достигал удаления растворимых веществ, главным образом сахара. Затем пектин, освобожденный таким образом от сопутствующих веществ, переводится в раствор, что достигается многократным кипячением ломтиков в воде. Полученный водный раствор пектина Эрлих, в отличие от общепринятой терминологии, называет гидратопектином. Гидратопектин по Эрлиху представляет собой легко разделяемую алкоголем смесь двух фракций. Уже 70% спирт на холоду осаждает сильно вращающую вправо кальций-магниеву соль пектиновой кислоты, в растворе же остается (и затем отделяется фильтрованием) левовращающий арабан. Принципиально важно отметить, что и при исследовании остальных объектов Эрлих с первой же стадии работы нашел в них сходные черты — во всех случаях по извлечении пектина он получал спиртоосаждающуюся фракцию, представляющую кальций-магниевую соль пектиновой кислоты и спирторастворимую, неизменно образованную производными различных сахаров, но не обязательно только арабинозы, как это мы видим на разбираемом примере сахарной свеклы. На основании этого Эрлих полагает, что неизменный пектин, или протопектин по общепринятой терминологии, представляет собой соединение этих двух фракций, в растворенном состоянии представляющих смесь. Не останавливаясь пока на спирторастворимой фракции, обратимся к осадку кальций-магниевой соли пектиновой кислоты, через который проходит основная линия блестяще достигнутого Эрлихом постепенного гидролиза пектина. Этот осадок белого цвета многократным повторным растворением в воде с последующим осаждением спиртом может быть очищен в высокой степени. Он содержит около 1% золы, которая (в 1917 г. 5-6%) на 60% состоит из кальция и на 40% из магния, остальные примеси находятся в ничтожном количестве. Подействовав на этот осадок слабой соляной или уксусной кислотой, отщепляющими Ca и Mg, и затем спиртом, Эрлих выделил продукт, названный им пектиновой кислотой. Мы видим, что пектиновая кислота Эрлиха отличается от пектиновой кислоты Фелленберга тем, что содержит в своей молекуле метиловый спирт. Надо сейчас же оговориться, что по существу оба исследователя нисколько не противоречат друг другу. Гораздо существеннее, что оба под пектиновой кислотой понимают вещество со свободными карбоксилами. Как мы увидим дальше, представляется почти несомненным, что как метиловый спирт, так равно и ионы кальция и магния присоединены к ядру пектиновой молекулы через карбоксильные группы; и в то время как Фелленберг подошел к пектиновой кислоте, разрушая эфирные связи, Эрлих обнажил карбоксилы, отщепляя кальций и магний. Здесь же нужно отметить, что Фелленберг, прибегая к методу осаждения пектиновой кислоты спиртом, подразумевал конечно и существование спирторастворимой фракции, но, считая ее за незакономерную смесь различных веществ, совершенно ее не исследовал, что тщательно и и плодотворно проделал Эрлих. Пектиновая кислота, 1 г которой требует для нейтрализации 15 см^3 $^1/_{10}$ N щелочи, представляет чрезвычайно сложный комплекс, расщепить и изучить который удалось Эрлиху путем щепетильного последовательного гидролиза.

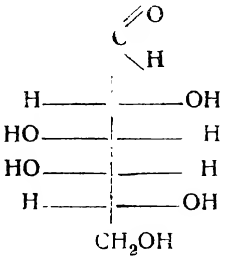
Довольно легко, часто уже при кипячении с водой, от молекулы пектина отщепляется уксусная кислота в количестве, равном примерно 13%. Также легко, на холоду, при прибавлении щелочи, в количестве, достигающем 6,5%, отщепляется метиловый спирт. Это, как мы видели выше,— метод Фелленберга. Несколько труднее выделяются арабиноза (около 12%) и галактоза (около 13%). Все эти вещества (не исключая и метилового спирта), составляющие примерно 35% молекулы пектиновой кислоты, отщепляются как путем кислотного, так путем и щелочного гидролиза. Грубый гидролиз, при котором не улавливаются промежуточные соединения, показывает, что остальные 65% состава пектиновой кислоты представлены галактуроновой кислотой, выделение которой как основного вещества, входящего в пектин, составляет крупную заслугу Эрлиха. [1] Галактуроновая кислота до работ Эрлиха не была найдена в природных соединениях и готовилась только препаративно из слизевой кислоты. Она представляет собою продукт окисления до карбоксила конечной спиртовой группы галактозы, при сохранении альдегидной. Это чрезвычайно своеобразное соединение (табл. 3) в силу трудности синтетического получения было изучено очень мало, и лишь **Эрлих** выделил ее впервые в виде кристаллов.

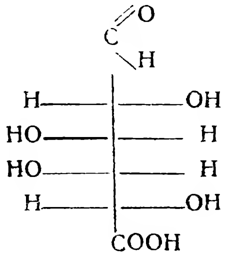
---

[1] Уже у Фреми есть наводящие указания. Первым положительно указал на нее Суарец (20).

Для галактуроновой кислоты характерна та крайняя легкость, с которой она переходит в слизевую кислоту — для этого достаточно воздействия брома уже на холоду; этим она отличается от галактозы и галактоновой кислот, окисляемых лишь азотной кислотой. Ф. **Эрлих** посвятил специальную работу описанию специфической реакции, найденной им для этой кислоты (35).

ТАБЛИЦА 3


галактоза


галактуроновая кислота

Именно, при приливании свеже приготовленного уксуснокислого свинца к раствору, содержащему галактуроновую кислоту, выпадает осадок, сначала бесцветный, затем при кипячении становящийся розовым и наконец мясо-красным. Осадок состоит из аморфной свинцовой соли, образующейся после разложения при нагревании первоначально получаемой основной соли. Получаемый при тех же условиях светло-желтый осадок свинцовой соли глюкуроновой кислоты резко отличается от плюмбогалактуроната. При правильном применении метод может быть количественным. Эту же методику **Эрлих** предлагает и для качественного определения пектинов, как веществ, характеризуемых непременным присутствием галактуроновой кислоты. Галактуроновая кислота известна в α (+107) и β (+27) форме и в водных растворах обнаруживает мультаротацию до $[\alpha]_D = 55{,}5$. Мы уже сказали, что галактуроновая кислота получается при грубом гидролизе пектиновой кислоты. **Эрлих** же, применяя деликатный гидролиз, открыл повидимому истинное ядро пектиновых веществ. Дело в том, что галактуроновая кислота является лишь конечным продуктом грубого гидролиза, в нативном же состоянии молекулы галактуроновой кислоты соединяются по четыре, теряя четыре молекулы воды

$$4C_6H_{10}O_7 - 4H_2O = C_{24}H_{32}O_{24},$$

образуя так называемую (термин Ф. **Эрлиха**) тетрагалактуроновую кислоту. При осторожном ведении как кислого, так и щелочного гидролиза можно получить высокий выход тетрагалактуроновых кислот. При ведении осторожного гидролиза, как щелочного, так и кислого, можно уловить три изомера тетрагалактуроновой кислоты = *А*, *Б* и *С*, структурные формулы которых представлены в табл. 4, в основу которой положена одна их схем **Эрлиха** (34). Перед описанием этих кислот необходимо оговориться, что при гидролизах конечно мы никогда не получаем их в чистом виде, а имеем смесь монгалактуроновой кислоты с различными тетрагалактуроновыми.

Во-вторых, надо указать сразу, что кислота *А* легко переходит в кислоту *С* и наоборот, что и передается на таблице двуконечной стрелкой, стоящей между этими кислотами. Делая различие между „щелочным“ и „кислотным“ гидролизом, мы указываем на преобладающий ход процесса, принципиально в обоих случаях одинакового. Сам Эрлих в последующих работах (32) уже не делал этого различия, не разветвляя хода гидролиза на щелочной и кислотный, а указывая лишь наличие получения при гидролизе кислот *А* и *С*. Все три тетрагалактуроновых кислоты — соединения, оптически чрезвычайно активные, сильно вращающие вправо. Кислота А—тетра-ангидро-тетрагалактуроновая кислота

$$C_{24}H_{28}O_{16}(COOH)_4 \text{ или } C_{24}H_{32}O_{24} \quad [\alpha]_D = +275$$

В воде растворима трудно, в алкоголе же и соляной кислоте нерастворима совсем. Со щелочными и щелочно-земельными металлами дает желеобразные осадки. Титруется прямо щелочью, обнаруживая наличие четырех карбоксильных групп. Реакций карбонильных групп не обнаруживает (не восстанавливает раствора Феллинга и т. п.), что позволяет представить ее строение в виде замкнутого кольца, состоящего из четырех молекул галактуроновой кислоты с чередующимися глюкозидоподобными соединениями карбонильных групп с гидроксильными (спиртовыми). Выход ее достигает 40% (считая от пектиновой кислоты). Наряду с ней получается продукт ее дальнейшего распада—тетрагалактуроновая кислота *В*. Слабый щелочной гидролиз дает преимущественно тетрагалактуроновую кислоту *С*. Также ее можно получить, воздействуя кислотами на кислоту *А*. Кислота *С* во всем подобна кислоте *А* (вращение +285), но по химическому строению представляет моногидрат первой. Впоследствии Эрлих назвал ее „пектоловой кислотой“ (Pektolsäure). Как кислота *А*, так и кислота *С* при дальнейшем гидролизе переходит в кислоту *В*, резко отличающуюся от двух первых. Кислота *В*, которую можно назвать монолактоном триангидротетрагалактуроновой кислоты $C_{24}H_{32}O_{24}$, позднее названная Эрлихом пектолактоновой, легко растворима в воде и соляной кислоте и нерастворима в алкоголе. Со щелочными и тяжелыми металлами дает хлопьевидные осадки, но не дает геля. Ясно редуцирует феллингов реактив и гипоиодит, что обнаруживает в ней присутствие свободной карбоксильной группы. Это—кислота с прямой цепью. Титрование обнаруживает в ней лишь три гидроксильных группы, что позволяет сделать вывод, что конечная гидроксильная группа замкнулась в лактон. Весь ход постепенного гидролиза пектина сахарной свеклы, который идет по формуле:

$$\underset{\substack{\text{пектиновая}\\\text{кислота}}}{C_{43}H_{62}O_{37}} + \underset{\text{вода}}{10H_2O} \rightarrow \underset{\substack{\text{галактуро-}\\\text{новая кис-}\\\text{лота}}}{4C_6H_{10}O_7} + \underset{\substack{\text{метило-}\\\text{вый}\\\text{спирт}}}{2CH_3OH} + \underset{\substack{\text{уксусная}\\\text{кислота}}}{3CH_3COOH} + \underset{\text{арабиноза}}{C_5H_{10}O_5} +$$

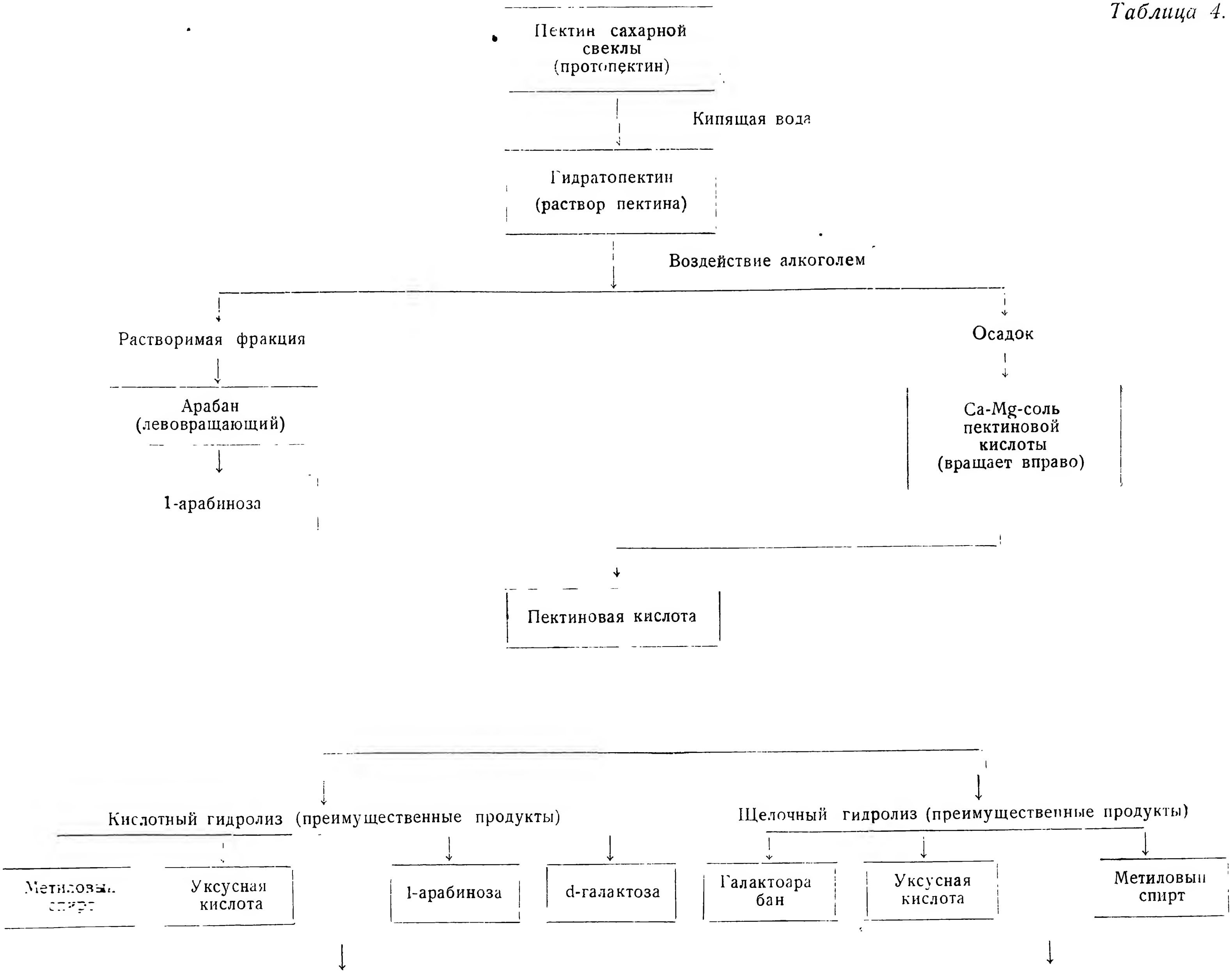
$$+ \underset{\text{галактоза,}}{C_6H_{12}O_6}$$

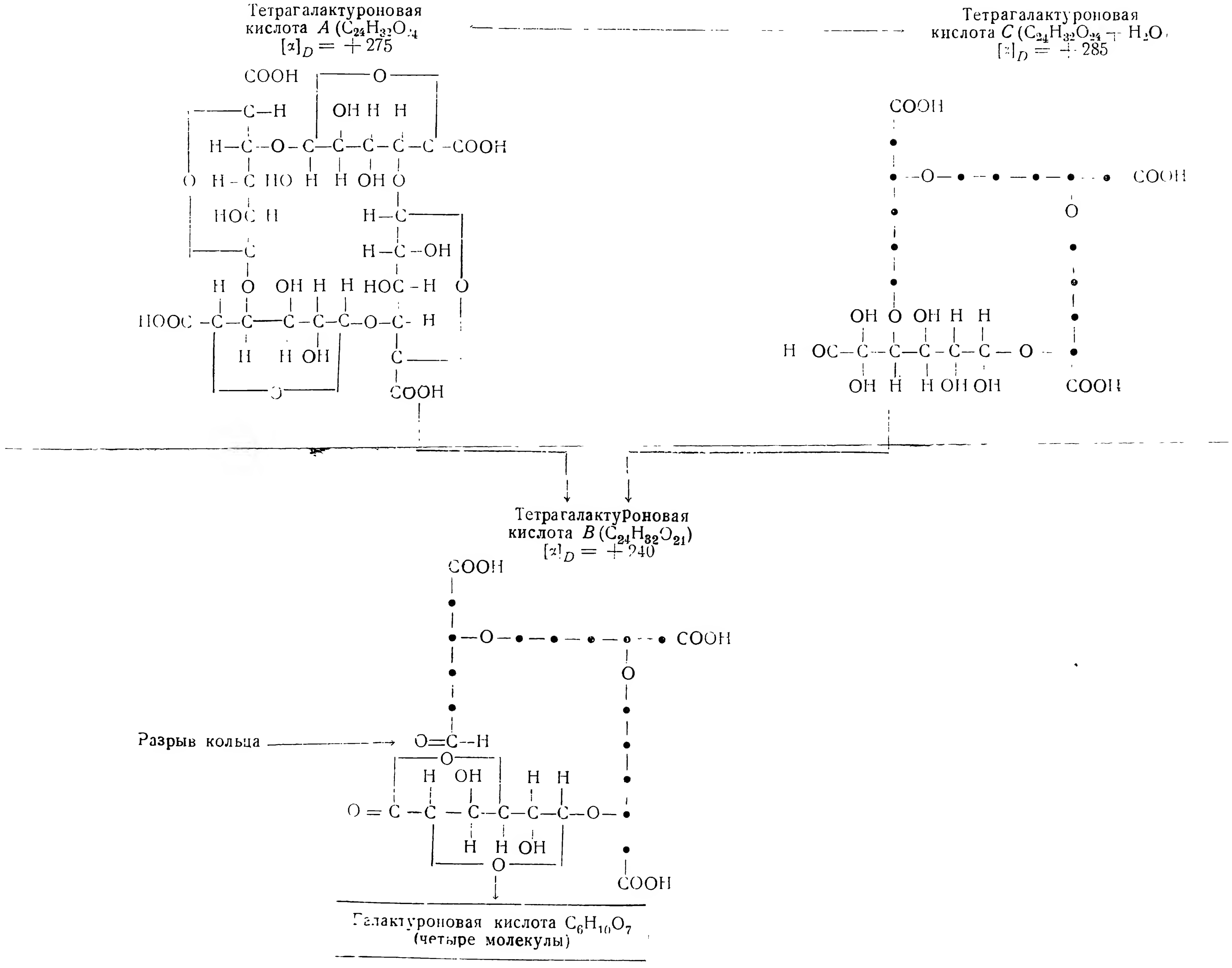
представлен на табл. 4[1], на которой изображены и предполагаемые конфигурации тетрагалактуроновых кислот. Интересно, что найден и особый энзим „пектолаза“, выделяемый из грибов *Perisporiaceae*, порошок которого переводит, по Эрлиху, кислоты *А* и *С* в кислоту *В*

---

[1] Из статьи Гудлет и Кирсановой „Источники получения пектина“

Таблица 4.


Пектин сахарной свеклы (протопектин)
Кипящая вода
Гидратопектин (раствор пектина)
Воздействие алкоголем
Растворимая фракция
Осадок
Арабан (левовращающий)
l-арабиноза
Ca-Mg-соль пектиновой кислоты (вращает вправо)
Пектиновая кислота
Кислотный гидролиз (преимущественные продукты)
Щелочный гидролиз (преимущественные продукты)
Метиловый спирт
Уксусная кислота
l-арабиноза
d-галактоза
Галактоарабан
Уксусная кислота
Метиловый спирт


Тетрагалактуроновая кислота A ($C_{24}H_{32}O_{24}$
$[\alpha]_D = +275$
Тетрагалактуроновая кислота C ($C_{24}H_{32}O_{24} + H_2O$
$[\alpha]_D = +285$
COOH
OH
H
O
Тетрагалактуроновая кислота B ($C_{24}H_{32}O_{21}$)
$[\alpha]_D = +240$
Разрыв кольца
Галактуроновая кислота $C_6H_{10}O_7$
(четыре молекулы)

в течение нескольких минут и доводит распад до галактуроновой кислоты за несколько дней. Сам Эрлих на основании своих работ делает широкие построения. С одной стороны, он считает, что пектин переходит в лигнин. Это — химический и энзиматический процесс, быть может идущий по формуле (примерной конечно)

$$C_{46}H_{68}O_{40} \rightarrow C_{46}H_{48}O_{16} + CO_2 + 10H_2O + 6O_2$$

(Ehrlich, статья в Cellulosechemie); с другой стороны, он высказывает мысль, что продуктом распада пектиновых веществ в почве являются гуминовая и ульминовая кислота и т. д. (34).

В последних работах (36) Ф. Эрлих показал, что истинно нативными являются лишь кислоты *C* и *B*. Первую он называл Pektolsäure, а вторую Pektolaktonsäure. Это нисколько не меняет значения схемы и табл. 4, надо лишь помнить, что кислота *A* является продуктом искусственным, образованным благодаря денативации кислоты *C* во время длительной обработки алкоголем. Этим объясняется и сходство обеих кислот. Таблица же дает те продукты, которые на самом деле получаются при гидролизе. В заключение нужно отметить, что несмотря на ряд возражений и дополнений, которые встретили взгляды Эрлиха на теорию строения пектина и к которым мы обратимся в дальнейшем изложении, его работы являются наиболее полными, строгими и конкретными среди всех, имеющихся в этой области.

Рассмотрим теперь ближе спирто-растворимую фракцию гидратопектина. Для случая сахарной свеклы она состоит из арабана, который легко получить в виде бурых листочков при выпаривании растворяющего его спирта. Арабан в противоположность пектиновой кислоте сильно вращает влево $[\alpha]_D = -105$. Эрлих доказал, что арабан состоит исключительно из арабинозы (повторными очистками он довел его до содержания 94-95% арабинозы), представляя, повидимому, смесь ее ангидридов. Сам Эрлих считает, что арабан сахарной свеклы представляет тетраарабан — соединение, состоящее из четырех молекул арабинозы без четырех молекул воды:

$$\underset{\text{4 молекулы арабинозы}}{4C_5H_{10}O_5} - \underset{\text{4 молекулы воды}}{4H_2O} \rightarrow \underset{\text{тетраарабан}}{C_{20}H_{32}O_{16}}$$

Характерно, что арабан гидролизуется чрезвычайно легко, и уже 1% растворы органических кислот (например щавелевой) производят полный его гидролиз. Так же найден и специальный, расщепляющий тетраарабан, фермент. Учитывая параллельное строению тетралактуроновой кислоты четырехчленное строение тетраарабана, а также легкость выведения его формулы из формулы первой простым отщеплением углекислого газа:

$$\underset{\text{тетрагалактуроновая кислота}}{C_{24}H_{33}O_{24}} - \underset{\text{углекислый газ}}{4CO_2} \rightarrow \underset{\text{тетраарабан,}}{C_{20}H_{32}O_{16}}$$

Эрлих считает, что тетраарабан происходит из тетрагалактуроновой кислоты путем расщепления ее молекулы. Во всяком случае совершенно не решен вопрос, является ли тетраарабан продуктом распада пектиновой молекулы или продуктом, образующимся параллельно образованию ее ядра — тетрагалактуроновой кислоте. Для этого надо бы было поставить ряд исследований, ставящих целью изучить соотношения количеств спирторастворимой и спиртоосаждаемой фракций в пектиновых вытяжках плодов различной стадии зрелости (недозрелых, зрелых и перезрелых).

Я не буду подробно останавливаться на остальных объектах, разобранных Эрлихом, так как принципиальный характер настоящей статьи не ставит целью освещать специальные вопросы и частности, но общий взгляд на эти работы совершенно необходим, ибо только он позволяет утверждать наличие единообразия пектиновых веществ. Несмотря на то, что Эрлих рассмотрел пектин льна ранее других объектов (исключая сахарной свеклы), я остановлюсь на рассмотрении пектинов по принципу их убывающего сходства с разобранным нами пектином сахарной свеклы.

Пектин апельсинной корки почти не отличается от пектина сахарной свеклы. Он также первоначально делится на две фракции, из которых спирторастворимая представляет арабан. Пектиновая кислота при гидролизе, который идет по формуле:

$$\underset{\substack{\text{пектиновая}\\ \text{кислота}}}{C_{41}H_{60}O_{36}} + \underset{\text{вода}}{9H_2O} \rightarrow \underset{\substack{\text{галактуро-}\\ \text{новая}\\ \text{кислота}}}{4C_6H_{10}O_7} + \underset{\substack{\text{уксусная}\\ \text{кислота}}}{2CH_3COOH} + \underset{\text{галактоза}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{арабиноза}}{C_5H_{10}O_5} + \underset{\substack{\text{метиловый,}\\ \text{спирт}}}{2\,CH_3OH}$$

дает все те же продукты, которые получаются и при гидролизе пектиновой кислоты сахарной свеклы (сравните соответствующую формулу). Единственным отличием, и то возможно попадающим в погрешность методик, является то, что при ее гидролизе уксусной кислоты получается на одну молекулу меньше, чем в случае сахарной свеклы.

Как пектин смородины, так и пектин земляники изучены Эрлихом менее подробно, чем пектин сахарной свеклы и апельсинной корки.

Характерным для них является опять-таки арабан в качестве спирторастворимой фракции и кальций-магниевая соль пектиновой кислоты.

Оба эти пектина находятся, в противоположность пектинам сахарной свеклы и апельсина, главным образом в клеточном соке названных объектов. Однородных препаратов для данных материалов получить не удается — пектин в них всегда повидимому перемешан с продуктами своего распада. Кроме того, особенно для случая смородины, очень трудно освободиться от красящих веществ. Но по типу строения пектины названных объектов не представляют принципиальных отличий от описанных выше. Так, из пектина земляники легко выделяются тетрагалактуроновые кислоты *А* и *В* и т. п.

Пектин льна. Отличается своеобразием и является по строению наиболее удаленным от пектина сахарной свеклы. Эти отличия касаются прежде всего спирторастворимой фракции гидратопектина. В случаях, разобранных нами выше, она представляла арабан, производимый от арабинозы, здесь же мы встречаемся с чрезвычайно сложным соединением. Во-первых, нужно отметить, что несмотря на то, что при выделении гидрапектина льна Эрлих попрежнему употребляет свою относительно деликатную методику извлечения его 100° водой (материал и в данном случае промывается водой в 50—60°), в спиртовую фракцию, составляя примерно ее четвертую часть, постоянно переходит вещество неопределенного состава, напоминающее лигнин. Случайная ли это примесь, или необходимая составная часть спирторастворимой фракции гидратопектина сахарной свеклы — Эрлих не решает. Что касается группировки соответствующей арабану, то она представляет существенные от него отличия тем, что в нее входят как пентозы (арабиноза 35%), так и гексозы (галактоза 17% и фруктоза 20%, последняя доказана не окончательно). Это вещество, в параллель к арабану, Эрлих называет гексозопентозаном. Представляет ли гексозопентозан смесь гексозанов и пентозанов или определенное их соединение—остается открытым вопросом.

Спиртовой осадок представляет, подобно соответствующим осадкам ранее разобранных веществ, кальций-магниевую соль пектиновой кислоты $[\alpha]_D = +93^\circ$, из которого так же легко прибавлением подкисленного спирта выделяется пектиновая кислота. При ее гидролизе выделяются те же вещества, что и при гидролизе пектиновой кислоты сахарной свеклы: галактуроновая кислота, метиловый спирт, уксусная кислота и арабиноза. Единственным новым компонентом является 1 молекула пентозы — ксилозы. Гидролиз идет по следующей формуле:

$$\underset{\text{пектиновая кислота}}{C_{46}H_{68}O_{40}} + \underset{\text{вода}}{10H_2O} \rightarrow \underset{\text{галактуроновая кислота}}{4C_6H_{10}O_7} + \underset{\text{уксусная кислота}}{2CH_3COOH} + \underset{\text{галактоза}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{арабиноза}}{C_5H_{10}O^5} + \underset{\text{ксилоза,}}{C_5H_{10}O_5}$$

причем характер (да и число) получающихся компонентов не отличается по существу от компонентов гидролиза пектиновой кислоты сахарной свеклы.

И все же между пектиновой кислотой сахарной свеклы и льна существует глубокая принципиальная разница: дело в том, что Эрлиху даже при применении тончайших методов гидролиза никаким образом не удалось выделить из пектина льна ни теграгалактуроновой кислоты *A*, ни кислоты *C*, а лишь тетрагалактуроновую кислоту *B*, представляющую, как мы уже указывали выше (см. табл. 4), соединение с открытой цепью. Наличия цикла в пектине льна Эрлиху установить таким образом не удалось. Кроме того характерно, что на ряду с полигалактуроновой кислотой *B* при гидролизе пектиновой кислоты льна Эрлих постоянно получал в количестве до 40% мономолекулярную *d* галактуроновую кислоту. Таким образом на примере строения пектина льна мы видим, что характерным для пектинов является не обязательно циклическое строение ядра, а именно соединение нескольких молекул галактуроновой кислоты в полигалактуроновые агрегаты.

3. Работы английской школы. Кольцевая формула Ненджи-Линга

Прямая формула

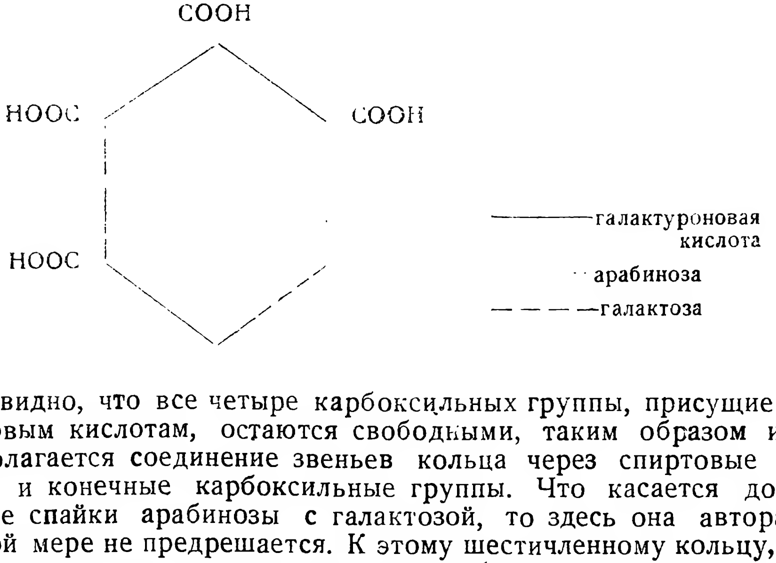
Мы видим, что работы Феллenберга и Эрлиха значительно подвинули нас к решению вопроса строения пектина. В то время как первый исследователь дал объяснение (быть может и не полное) динамике изменений пектиновых препаратов, второй бесспорно указал на подлинное ядро пектина — полигалактуроновую кислоту. Но кроме полигалактуроновой кислоты в пектиновое вещество входит также целый ряд продуктов (арабиноза и пр.), о характере связи которых с ядром пектина Эрлих не высказывает определенных предположений. Английская школа исследователей пыталась дать схемы, обобщающие данные гидролизов и стремящиеся передать структурно общее строение пектина. В этом отношении заслуживает большого внимания вышедшая в 1925 г. (39) большая работа Ненджи, Петен и Линга (Nanji D. R., Paton F. I. and Ling A. R.), посвященная строению пектиновых веществ. Эти авторы произвели ряд определений галактуроновой кислоты в выделенных ими препаратах, пользуясь методом, предложенным еще в 1907 г. Толленсом и Лефевром для определения уроновых кислот вообще. Метод основан на том, что галактуроновая кислота при действии на нее крепкой соляной кислоты с применением нагревания отщепляет углекислый газ, по количеству которого можно судить о количестве разложившейся кислоты.

С другой стороны, они определяли общее количество фурфурола, которое получилось из очищенного пектина при подобной же обработке.

Так как фурфурол из пектина образуется за счет галактуроновой кислоты и арабинозы, то, зная количество галактуроновой кислоты, определенной по углекислому газу, и переведя его в фурфурол, авторы по разности могли определить количество фурфурола, соответствующее арабинозе, а следовательно и количество арабинозы. Найдя соотношения между галактуроновой кислотой, арабинозой и добавочно определенной галактозой, авторы также пришли к выводу, что в основное ядро пектина входят четыре молекулы галактуроновой кислоты, связь же их с галактозой и арабинозой представили в виде шестичленного кольца, строение которого изображено в табл. 5 [1]. Из рисунка видно, что все четыре карбоксильных группы, присущие галактуроновым кислотам, остаются свободными, таким образом и здесь предполагается соединение звеньев кольца через спиртовые гидроксилы и конечные карбоксильные группы. Что касается до связи в месте спайки арабинозы с галактозой, то здесь она авторами ни в какой мере не предрешается. К этому шестичленному кольцу, представляющему ядро пектина, замещая карбоксильные группы на эфирные, присоединен метиловый спирт. Эти взгляды вызвали в свое время полемику в английской литературе. В 1928 г. Гендерсон (Henderson, 40) выступил с заявлением, что арабиноза не является составной частью пектина, а лишь продуктом декарбоксилизации галактуроновой кислоты при извлечениях и гидролизе, или случайной плохо отделяемой примесью. По Гендерсону, пектин состоит

ТАБЛИЦА 5

Строение пектинового ядра по Ненджи-Лингу



---

[1] Позднее эту схему приняли Норрис и Шрейвер, Норман и другие английские авторы.

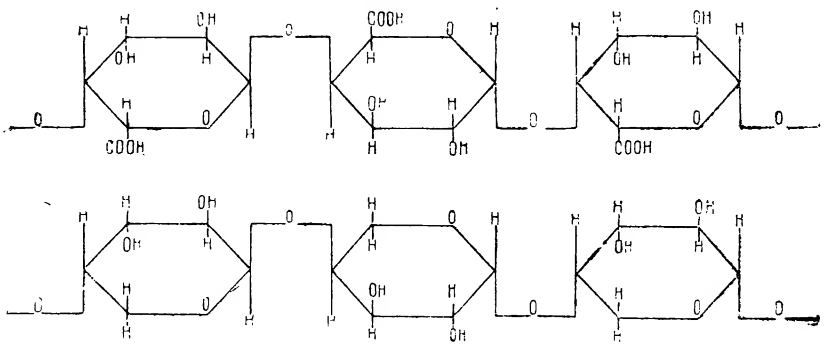
только из галактозы и галактуроновой кислоты и имеет строение прямой цепи. Это утверждение было очень важным, так как оно по существу противоречило указаниям большого числа предшествующих исследований, наконец ставило под сомнение работы Эрлиха, Ненджи-Линга и пр., так как все они неизменно находили арабинозу в составе пектина в качестве обязательного компонента. Полемика была закончена в 1929 г. Норрисом (Norris, 41), тщательно исследовавшим вопрос и установившим в пектине присутствие арабинозы в качестве истинного компонента. По взглядам на строение пектина он целиком разделяет точку зрения Ненджи-Линга. Эта „кольцевая“ формула является в настоящее время как бы национальной принадлежностью английской школы и поддерживается английскими исследователями с небольшими вариантами.

Автору настоящего очерка хотелось бы настойчиво подчеркнуть, что при всем интересе этих взглядов на строение пектина к ним нужно относиться осторожно. Нужно все время помнить, что Ненджи-Линг установили лишь соотношения компонентов, входящих в пектин, но не дали реальных доказательств предлагаемой ими структурной группировке в виде шестичленного кольца. Эрлих в одной из своих статей (34) говорит о Ненджи-Линге лишь как об исследователях, употребивших методику Толленса-Лефевра в связи с упоминанием об этой методике и в полемику с ними не вступает (сам Эрлих в своих работах широко пользовался этим методом для определения галактуроновой кислоты).

С другой стороны, их точка зрения не противоречит выводам Эрлиха, а представляет скорее их развитие—стремление передать структурно связь всех компонентов, входящих в состав пектина и находимых при их гидролизе.

В последнее время на помощь исследованию пектинов пришло новое мощное средство—рентгеновский анализ. Авторы этого исследования Мейер и Марк (42) явились убежденными сторонниками теории линейного расположения соединений, входящих в пектиновую молекулу. Они указали на то, что, учитывая присоединение воды тетрагалактуроновой кислотой, Эрлих не ввел поправок на давление набухания и сольватацию, что исказило его результаты. В своей книге они приводят формулу полигалактуроновой кислоты, арабана, который считают происходящим из нее, и наконец галактана, вследствие окисления которого, по мнению авторов, получается полигалактуроновая кислота. Строение полигалактуроновой кислоты и арабана по Мейеру и Марку представлено на табл. 6.

ТАБЛИЦА 6



В заключение мы посвятим несколько строк вопросу о содержании в пектине метилового спирта. Первым установил его присутствие Фелленберг, который, как мы уже указали выше, считал пектин октаметилатом пектиновой кислоты. Он же определил и процентное содержание метилового спирта для целого ряда растительных материалов.

Результаты его наблюдений можно свести в следующую таблицу:

	Процент метил. спирта
Пектин из апельсина	11,60
„ „ яблок	10,56
„ „ айвы	10,26
„ „ смородины	9,30
„ „ свеклы	8,90

Природу присоединения метилового спирта после Фелленберга пытались найти многие исследователи в виду большого технического интереса, вызываемого им как показателем распада, приводящего к исчезновению гелеобразования пектинового раствора. Ниже нам еще придется встретиться с этим вопросом, сейчас же мы лишь укажем, что в настоящее время взгляд на пектин как на октаметиловый эфир пектиновой кислоты оставлен. Так, для пектинов сахарной свеклы и льна Эрлих указывает по 2 молекулы метилового спирта. В одной из своих статей (38) он же описывает образец технического пектинового экстракта (из яблок), в котором содержание метилового спирта было так высоко, что приближалось к тетраметоксилату. Вопрос также оживленно обсуждался в английской литературе. Ненджи, Петен и Линг считали пектин тетраметилатом, присоединяя к каждой из арбоксильных групп своей кольцевой формулы по одному метиловому спирту. В 1925 г. Норрис и Шрейвер (Norris and Shryver, 43) на основании того, что содержание метилового спирта в исследованных ими пектинах составляло лишь 9,2% вместо теоретических необходимых для тетраметоксилата 11,8%, высказали утверждение, что пектин представляет соединение (по кольцевому типу Ненджи—Линга, с 3 молекулами метилового спирта, эфирно связанными с 3 карбоксильными группами пектиновой кислоты, четвертая же группа замещена металлическим ионом. Позднее Норрис (пектин апельсинов, orange) также подтвердил эти выводы. Вопрос был окончательно решен чрезвычайно тщательной работой Нормана (Norman, 44). Он критикует методику Норриса, который, чтобы убить энзимы, кипятил пектиновый раствор по 2 часа при кислотности равной pH = 3,5, что конечно приводило к отщеплению метилового спирта.

Однако, обойдя процессы кипячения, он все же получил триметоксилат. Вопрос был решен лишь после перечета на пектин, осажденный ввиде Ca соли, что является критерием его чистоты. Окончательно автор устанавливает, что в пектин входят четыре молекулы метилового спирта.

Все эти авторы принимают кольцевую формулу, и на нашей табл. 5 мы должны представить только различным образом замещенные карбоксильные группы.

Подводя итог, мы можем сказать, что строение той части пектинового вещества, которое переводится в раствор „пектина“, представляется нам довольно близко изученным. Несомненно, что ядро его представляет полимеризованная галактуроновая кислота, соединенная (так как пектин — вещество не восстанавливающее) через карбонильные группы. Карбоксильные группы галактуроновых кислот ядра пектина свободны, ибо омыленный пектин имеет ясно кислую реакцию. Несомненно также, что пектин является сложным эфиром, включающим в качестве спиртового компонента метиловый спирт.[1]

4. Протопектин

Как видно из предшествующего изложения, в настоящее время мы имеем право сказать, что современная биохимия близко подошла к окончательному решению вопроса о химическом построении водно-растворенного пектина. С познанием строения протопектина, пектиновых веществ, изначально заложенных в растении, дело обстоит гораздо хуже, и современные понятия о нем соответствуют примерно понятиям Фреми о пектинах.

Между тем решение вопросов, связанных с изучением протопектина, является чрезвычайно важным. Дело в том, что пектиновые вещества распространены гораздо больше, чем предполагалось ранее. Так, напр., Ф. Эрлих указывает (34), что 20—30% сухого вещества фруктов приходится на пектин, а в „альбедо“ апельсинных корок этот процент доходит до 50. Имеются указания на высокое процентное содержание пектинов в табаке, сахарной свекле (до 40) и пр. Современному ботанику совершенно необходимо радикально перестроить взгляды на строение и состав клеточных оболочек и межклеточных пространств растений, и пектиновым веществам придется уделить большое внимание. В настоящее время их нельзя рассматривать лишь как вещества, образующие скелет растения, но и как запасные и даже как вещества,принимающие непосредственное участие в динамике обмена. Мы уже видели, что Ф. Эрлих рассматривает протопектин сахарной свеклы как продукт соединения пектина с арабаном, и процесс его перевода в растворимое состояние рассматривает как процесс гидролиза с отщеплением арабановой молекулы.

Для других протопектинов по Эрлиху роль арабана играет вообще спирторастворимая фракция. Но безусловно этот процесс не является столь простым.

Большое количество авторов, начиная с Пайена (1), уже на первых шагах изучения пектина указывало на связь его в растении с металлическими ионами, чаще всего с кальцием. В 1838 г. Мюльдер (3) считал, что протопектин — продукт соединения пектина с кальцием. Фреми (4, 5, 6) в своих работах совершенно определенно указывает, что Са является необходимой составной частью протопектина, с отщеплением которой получается пектин. Необходимо конечно иметь ввиду, что в данном случае о кальции говорится как о некотором самостоятельном компоненте, вместе с пектином составляющем протопектин, а не как о веществе, входящем в состав молекулы пектина (наподобие кальций-магниевой соли гидратопектина по Эрлиху).

И в настоящее время идея связи протопектина с металлическими ионами поддерживается. Так, уже упомянутые нами Ненджи, Петен и Линг (1925) нашли, что свободный пектин с солями железа дает осадок, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде этот осадок растворялся, хотя и трудно, но так, что его можно было извлечь рядом последовательных экстракций. Осадок хорошо растворялся в присутствии разбавленных соляной и щавелевой кислот. На основании аналогии поведения этих осадков поведению протопектина авторы и поддерживают теорию о присутствии в протопектине обуславливающих его свойства ионов металла.

---

[1] В литературе имеются некоторые указания на то, что метиловый спирт может быть заменен другим, напр. изопропиловым (Tutin), но подтверждения они пока не нашли.

В 1928 г. вышла интересная статья Ненджи и Нормана (45), в которой они в своих предположениях идут дальше, указывая и место присоединения металлических ионов. По их мнению протопектин представляет полимер пектина, среди галактуроновых групп которого встречаются незамещенные карбоксилы, к которым и присоединяются ионы металла, образуя протопектиновый комплекс. Можно оговориться, что и вообще современные авторы склонны рассматривать протопектин как полимер пектина, вступающий в соединение с каким-либо веществом, принимаемым ими в качестве второго компонента.

Как бы вторую школу исследователей составляют те авторы, которые держатся взгляда, что протопектин представляет комбинацию пектина с целлулозой. Еще Манжен (10) (1891) указывал, что протопектин клеточных стенок связан с целлулозой, принимая, что протопектин межклеточников связан с Ca. К сторонникам целлюлозной теории относится и Фелленберг.

С 1922 г. появляется ряд работ английской исследовательницы Доротти Карре́ (Carré), посвященных превращениям пектина при созревании плодов и методам анализа пектина. Карре́ считает, что протопектин связан с целлюлозой. Она же говорит о судьбах протопектина в растении. По ее данным, протопектин с созреванием фруктов переходит в растворимый пектин (46). При перезревании фруктов пектин быстро исчезает. По ее мнению процесс перевода протопектина в пектин сопровождается отщеплением целлюлозы. По данным Карре́ (47) протопектин извлекается в раствор для определения в форме производного пектина, при воздействии на материал, из которого его желают извлечь, N/75 соляной кислотой (при кипячении). На этом Норман, сторонник „металлической“ теории протопектина, строит свое возражение, считая, что для каких-либо соединений целлюлозы не характерно разлагаться при воздействии такого слабого фактора, как N/75 кислота (см. 55).

В пользу присутствия в молекуле протопектина целлюлозы веские доводы приводит Сухарипа (Sucharipa, 49).

Последний, растворив в швейцеровом реактиве всю целлюлозу, имеющуюся в тщательно измельченной кожице лимонов, получили пектиновое вещество, в швейцеровом реактиве не растворявшееся, но после гидролиза вновь дававшее целлулозу, что и являлось доказательством ее тесной связи с пектином. Названный автор является убежденным сторонником „целлюлозной“ теории. Во всяком случае в настоящее время нужно считать, что истина лежит повидимому посредине и что протопектин представляет пектиновое вещество, бесспорно связанное и с целлюлозой (и, как мы увидим ниже, лигнином) и повидимому с ионами металла.

Таким образом мы видим, что в настоящее время не существует единой точки зрения. Замечательно, что до настоящего времени окончательно не решен вопрос и о лучшем (не говоря уже об элективном) растворителе пектина. Общепризнано, что значительная часть пектиновых веществ переходит в водный раствор, начиная с приблизительной границы в 85 градусов, при кипячении уже происходит некоторый распад пектина. Большинство авторов указывает на значительное повышение выходов пектина при обработке металла слабыми кислотами и некоторыми солями. Мы уже говорили о способе Карре́, употреблявшей N/75 соляную кислоту. Норман и Ненджи применяют щавелевую кислоту и щавелевокислый аммоний и т. п.

С оригинальным взглядом выступил Тютин (Tutin, 50), который считает, что воднонерастворимого пектина вообще не существует. Существование фракций при выделении пектина он относит за счет плохого измельчения материала и медленного проникновения воды в его пектинсодержащие части. Повышение выходов при прибавлении кислот объясняется их общим размягчающим действием. Этот взгляд опровергается работами всех исследователей. Эрлих для извлечения пектина из сахарной свеклы предпочитает обрабатывать ее горячей водой во избежание денативации получаемых продуктов.

Во всяком случае, вопрос еще далеко не решен однозначно. Между тем разрешение его важно, так как растворимость протопектина в том или ином растворителе безусловно находится в связи с его химическим строением. Современная английская школа исследователей, пошедшая именно путем изучения фракций растворения протопектина, создала довольно стройную систему воззрений.

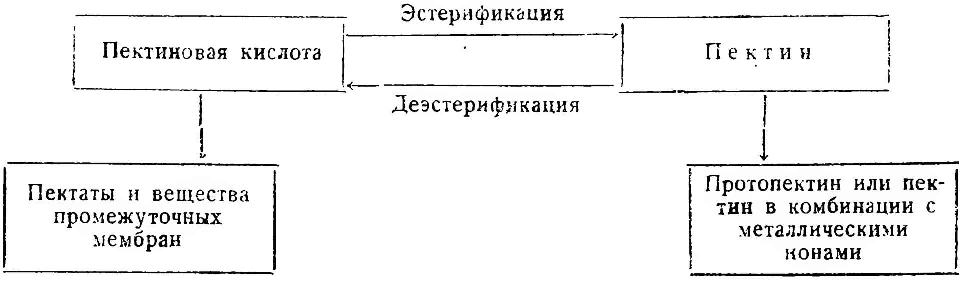
Согласно этим представлениям протопектин — термин сборный, в растении же протопектиновые вещества группируются на производные собственно пектина (протопектин в узком смысле слова) и производные пектиновой кислоты — пектаты. Из протопектина в узком смысле слова строятся пектиновые вещества клеточных стенок (Cell — Well Substance), пектаты же входят в состав промежуточных мембран[1] (middle-lamella Substancé). Так как пектин и пектиновая кислота связаны непосредственными переходами, то для пектиновых веществ растения можно построить единую схему их происхождения.

Что касается до формы, в которой основные вещества, пектин и пектиновая кислота, входят в связь с другими компонентами, чтобы образовать протопектин и пектаты, то здесь вопрос остается пока открытым. Как мы видели, не решено даже, являются ли обязательными вторыми компонентами металлический ион и целлюлоза, или только целлюлоза и т. п.

Сказанное Ненджи и Норман в своей статье иллюстрируют следующей схемой, которую мы приводим в табл. 7. Авторы центральное место отводят пектиновой кислоте.

ТАБЛИЦА 7

Взаимоотношения различных видов пектиновых веществ


Эстерификация
Пектиновая кислота
Пектин
Деэстерификация
Пектаты и вещества промежуточных мембран
Протопектин или пектин в комбинации с металлическими ионами

Нужно отметить, что Норман — сторонник „металлической“ теории строения протопектина. Если представить, что протопектин находится в комбинации с целлюлозой, то принципиальное значение табл. 7 не изменится.

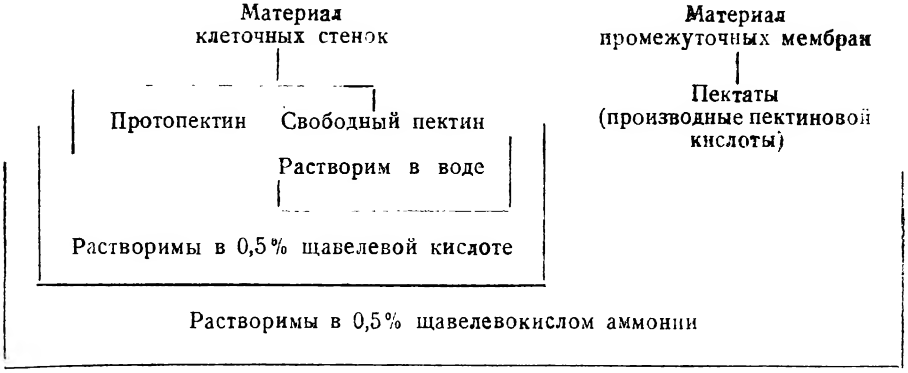
---

[1] Срединных пластинок. *М. Г.*

Норман и Ненджи в упомянутой уже нами работе дали таблицу растворимостей различных фракций пектиновых веществ, имеющую большое значение для понимания взглядов английских исследователей на подразделение пектиновых веществ, первоначально заложенных в растении (табл. 8).

ТАБЛИЦА 8

Растворимость пектиновых веществ



Материал клеточных стенок

Протопектин

Свободный пектин

Растворим в воде

Растворимы в 0,5% щавелевой кислоте

Растворимы в 0,5% щавелевокислом аммонии

Материал промежуточных мембран

Пектаты (производные пектиновой кислоты)

Эти схемы конечно не бесспорны, но они вместе с тем являются наиболее полной попыткой объяснения разницы в извлечении различных фракций протопектина. Вместе с тем они очень напоминают схемы Феми, данные в свое время этим автором для пектина, что показывает, что изучение протопектина не прошло еще периода формальных подходов.

5. Ферментные воздействия на пектин

Ферментные воздействия на пектин многочисленны и разнообразны. Процессы мочки льна, ферментации табаков, созревания и гниения фруктов, исчезновение способности у яблочного теста давать мармелад и т. п. в большей или меньшей мере связаны с превращениями, которые претерпевает пектин под влиянием тех или иных ферментов. В настоящей статье, посвященной химии пектина, автор коснется вопроса кратко, лишь с точки зрения сущности их химического действия, биологическое же описание процессов явится предметом особого очерка.

В настоящее время известно 5 видов пектиновых ферментов.

1. Протопектиназа (старые работы, Beijerink, Jones, Willaman, позднее Карре́ 1925 г.; сюда же относится „Пектозиназа" Лафара) — фермент, переводящий протопектин в состояние растворимого пектина. Над балансом отношения растворимого пектина к нерастворимому в течение созревания работала, как указывалось выше, Карре́. По Карре́ температурный оптимум протопектиназы около 45°C. Фермент близко не изучен. Играет громадную роль в процессах „мочки льна" и пр.

Повидимому на действии этого фермента основан технический способ обработки яблочных сердцевин 40° водой с целью получения из них повышенных выходов пектинового экстракта, разработанный автором настоящей статьи совместно с В. А. Кирсановой. Способ основан на том, что яблочные вытерки (сердцевины и кожура), из которых желают получить пектиновый экстракт, обрабатываются некоторое время 40° водой и лишь затем экстракции ведутся горячей водой.

2. **Пектаза** (старые работы Фреми, Бертран и Маллёвр, Эйлер)—фермент, осаждающий пектин из растворов. В настоящее время является повидимому наиболее близко изученным пектиновым ферментом. Много пектазы находится в соке сахарной свеклы, картофеля и пр.

По типу действия пектаза представляет фермент деэстерификатор, переводящий пектин в пектиновую кислоту, отщепляя метиловый спирт, в то время как оставшаяся кальций-магниевая соль пектиновой кислоты образует осадок. К познанию действия пектазы очень интересны опыты Нейберга и К. Остендорф (Neuberg u. Ostendorf, 54). Названные авторы синтезировали кальциевую соль метилового эфира виннокаменной кислоты и действовали на нее пектазой. Пектаза отщепляла метинол и давала свободную соль кальций-тартрата.

В процессах созревания плодов, технически невыгодной порчи яблочного теста и пр. этот фермент имеет громадное значение. В технике также применяются ферментные препараты для осветления фруктовых соков путем осаждения имеющихся в них и дающих муть пектиновых веществ.

3. **Пектиназа** (Буркелло и Геррисей, особенно Вилламен)—фермент, отщепляющий от пектина редуцирующую часть. Распространен у плесневых грибов. В настоящее время близко не изучен. На деятельности этого фермента построены некоторые способы осветления фруктовых соков.

Интересно, что в присутствии пектиназы выпадение пектина в осадок под действием пектазы не наблюдается. Ближайшее изучение вопроса показало, что пектиназа действует и на пектаты — соединения пектиновой кислоты, отщепляя и от них редуцирующие группы.

Этот фермент в большом количестве найден (51) в ячменном солоде. Ф. Эрлих приписывает пектиназе способность растворять протопектин с образованием гидратопектина.

4. Две новейших работы Ф. Эрлиха (36, 37) посвящены описанию нового фермента „**пектолазы**“. Этот фермент расщепляет „пектиновые кислоты“ (вернее кислоты *A*, *B* и *C*) до моногалактуроновой кислоты. Фермент действует быстро и дает высокий выход моногалактуроновой кислоты. В свой последней работе (38), посвященной методикам препаративного изготовления d-галактуроновой кислоты, Эрлих дает технический рецепт получения галактуроновой кислоты действием пектолазы с выходом до 50% теоретического.

Так, в одном из опытов 1 *г* препарата, содержащего пектолазу, прибавленный к 10 *г* Pektolsäure, в течение 10 минут разложил ее с выходом в 39% от теоретического.

Фермент найден в „такадиастазе“, вытяжке из *Penicillium Ehrlichi*, Emulsin'е Мерка и пр.

5. К ферментам, играющим большую роль в балансе пектиновых веществ, бесспорно нужно причислить и „**арабаназу**“, гидролизующую тетраарабан до четырёх молекул арабана.

Таковы в кратких чертах свойства пектиновых ферментов, рассматриваемые здесь лишь с точки зрения качественного описания производимых ими химических изменений.

Подводя итоги всему изложенному выше, мы можем сказать, что пектиновые вещества известны в настоящее время в следующих видах:

1. Протопектин. Под протопектином (пектоза старых и некоторых английских авторов; пектин — Эрлиха) подразумевается первоначально заложенное в растении пектиновое вещество, неизмененное обработкой. Строение протопектина до сих пор является невыясненным. Безусловно название „протопектин“ является собирательным. В настоящее время протопектиновые вещества можно разделить на две группы: группу производных собственно пектина, или протопектин в узком смысле слова, и группу производных пектиновой кислоты — пектатов.

По предположениям, подкрепляемым рядом опытов, но не прямыми синтезами, это полимеризованный пектин (или соответственно пектиновая кислота), связанный или с целлюлозой, или с металлическими ионами, или наконец с теми и другими одновременно.

2. Пектин (гидратопектин — Эрлиха). Под этим названием понимается первый продукт перевода в раствор протопектина, не испытавший дальнейшей деградации. Характерен особенностью в смеси с сахаром при определенной кислотности давать твердые гели. По Эрлиху пектин — смесь спирторастворяющейся фракции со спиртоосаждаемой, являющейся кальций-магниевой солью пектиновой кислоты. Суммируя определения Эрлиха, Фелленберга и новейших школ, мы можем дать следующую формулировку:

„Пектин повидимому представляет собой вполне эстеризованную метиловым спиртом кальций-магниевую соль пектиновой кислоты, в смеси с которой находится спирторастворимая фракция, содержащая производные углеводов“.

3. Межпектиновые кислоты (англ. pectinic acid.). Этот термин и позволяет себе употребить автор для обозначения переходных продуктов деградации пектина до пектиновой кислоты, сопровождающейся отщеплением метоксильных групп. Надо отметить, что всегда при переводе протопектина в раствор наряду с нормальным пектином получаются и продукты его распада — межпектиновые кислоты. Способность межпектиновых кислот давать с сахаром гели понижена.

4. Пектиновая кислота (англ. pectinic acid.). Под этим термином нужно понимать конечный устойчивый продукт деградации пектина.

Пектиновая кислота не содержит метоксильных групп и имеет свободные карбоксилы. Не желеируется. Это определение пектиновой кислоты не совпадает с определением Эрлиха, который под пектиновой кислотой понимает продукт, сохранивший метоксильные группы, но с отщеплением Ca и Mg.

Но определение, принятое здесь, более совпадает с реальными превращениями, испытываемыми пектином, и кроме того важно, как техническое обозначение продукта, неспособного к образованию с сахаром и кислотой твердого геля. Вместе с тем необходимо еще раз отметить, что принимаемое определение принципиально от определения Эрлиха не отличается.

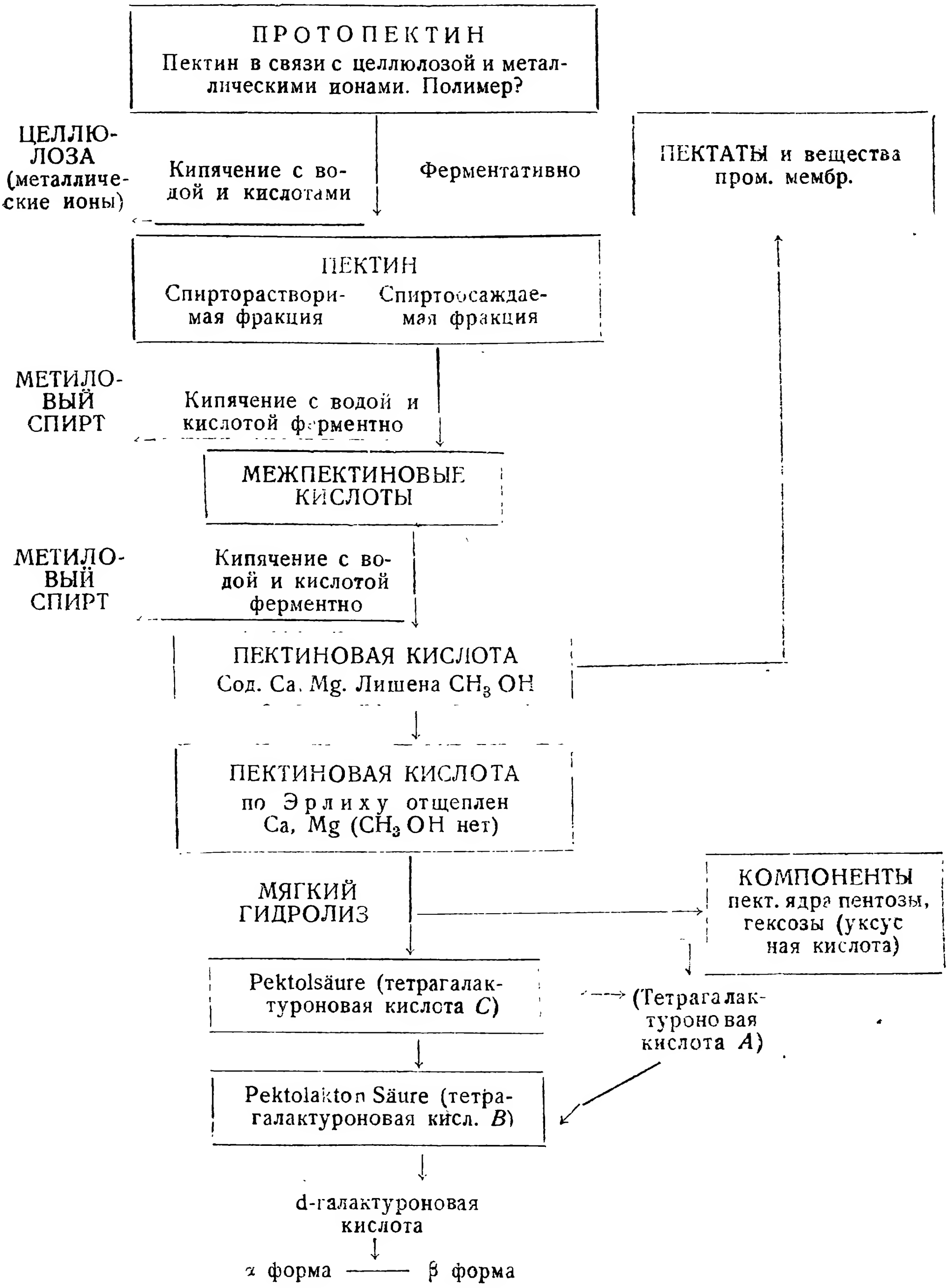
В заключение приведем таблицу, построенную на основании современных представлений о строении и взаимоотношениях пектиновых веществ (табл. 9).

В настоящем очерке автор совершенно не касался важного вопроса о коллоидных свойствах пектиновых веществ.

Так как коллоидные свойства пектина находят громадное применение в технике, то их изложение является совершенно неотделимым от описания технического употребления пектиновых веществ.

ТАБЛИЦА 9

Общая схема взаимоотношений пектиновых веществ


ПРОТОПЕКТИН
Пектин в связи с целлюлозой и металлическими ионами. Полимер?
ЦЕЛЛЮЛОЗА (металлические ионы)
Кипячение с водой и кислотами
Ферментативно
ПЕКТАТЫ и вещества пром. мембр.
ПЕКТИН
Спирторастворимая фракция
Спиртоосаждаемая фракция
МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ
Кипячение с водой и кислотой ферментно
МЕЖПЕКТИНОВЫЕ КИСЛОТЫ
МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ
Кипячение с водой и кислотой ферментно
ПЕКТИНОВАЯ КИСЛОТА
Сод. Ca, Mg. Лишена CH3 OH
ПЕКТИНОВАЯ КИСЛОТА
по Эрлиху отщеплен Ca, Mg (CH3 OH нет)
МЯГКИЙ ГИДРОЛИЗ
КОМПОНЕНТЫ
пект. ядра пентозы, гексозы (уксусная кислота)
Pektolsäure (тетрагалактуроновая кислота C)
(Тетрагалактуроновая кислота A)
Pektolakton Säure (тетрагалактуроновая кисл. B)
d-галактуроновая кислота
α форма
β форма

История же химического изучения пектина является блестящим примером необходимости дальнейшего развития биологической химии, применения в ней новых методов и необходимости перестать считать ее только филиалом органической химии. Пектин в настоящее время достаточно глубоко изучен как вещество, имеющее определенное химическое лицо. Однако ряд технически важных свойств пектина не был уяснен с выяснением его структуры. Эти задачи решаются в настоящее время применением методов физической и коллоидной химии, постепенно позволяющих человечеству овладевать сложными свойствами этого полезного вещества.

Литература

1. Payen. Ann. Chim. et Phys. 26. 329 (1824).—2. Braconnot. Ann. Chim. et Phys. 28, 173 (1825). — 3. Mulder. Pogg. ann. 44, 432 (1838). — 4. Fremy. Ann. Chim. et Phys. 24, 5 (1848).— 5. Fremy. Compt. rend. Acad. Sc. 48, 203 (1859).— 6. Fremy. Journ. Pharm. 36, 51 (1859).— 7. Scheibler. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 1. 58 (1868).— 8. Scheibler. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 6, 612 (1873). — 9. Herzfeld. Chem. Zentr. 62, 618 (1891). — 10. Mangin. Journ. de Bot. 5, 400 (1891). — 11. Mangin. Journ. de Bot. 6. 206 1892). — 12. Mangin. Journ. de Bot. 7, 336 (1893). — 13. Tollens. Kurzes Handb. f. Kohlenst. 247 (1898). — 14. Sryber and Hayens. Biochem. Journ. 10, 539 (1916). — 15.. Bauer. Landwirtsch. Vers. 38, 319 (1891). — 16. Bauer. Landwirtsch. Vers. 41, 477 (1892). — 17 Bourgvellot et Herrisei. Journ. Pharm. Chem. 7, 473 (1898). — 18. Bourgvellot et Herrisei. Journ. Pharm. Chem. 9, 281 (1899). — 19. Compt. rend. Acad. Sc. 128, 1241 (1899). — 20. Suarez. Chem. Ztg. 41, 87 (1917). — 21. Tromp de Haas u. Tollens. Liebigs Annal chem. 286, 278 (1895).—22. v. Fellenberg. Ztschr. Nahr- u. Genussm. 32, 328 (1916). — 23. v. Fellenberg. Chemisches Zentrbl. II, 501 (1914). — 24. v. Fellenberg. Chemisches Zentrbl. I 520 (1916). — 25. v. Fellenberg. Chemisches Zentrbl. I, 1154 (1917). — 26. v. Fellenberg. Über die Konstitution der Pektinkörper. Biochem. Ztschr. 85 (1918). — 27. Tschirch. .Ber. Pharm. Ges, 17, 273 (1907). — 28. Ehrlich Felix. Chem. Ztg 41, 197 (1917). — 29. F. Ehrlich und Sommerfeld. Biochem. Ztschr. 168 263 (1926). — 30. F. Ehrlich und Schubert F. Über die Chemie der Inkrusten des Flaches. Biochem. Ztschr. 169, 13 (1926). — 31. F. Ehrlich und Schubert Fr. Über Tetraaraban und seine Beziehung zur Tetragalakturonsäure, dem Hauptkomplex der Pektinstoffe. Biochem. Ztschr. 203, 343 (1928). — 32. F. Ehrlich und Schubert Fr. Uber Chemie der Pektinstoffe; Tetragalakturonsäuren und d. Galakturonsäure aus der Pektin der Zuckerrübe. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 62, статья 319. Seite 1974 (1929). — 33. F. Ehrlich und Alf. Kosmaly. Biochem. Ztschr. 212, 162 (1929). — 34. F. Ehrlich. Zeitschr. f. angewandte Chemie 45, 1305 (1927). — 35. Felix Ehrlich. Uber Chemie des Pektins. Ber. Deutsch. Chem. Ges. 65, статья 71, стр. 352 (1932). — 36. F. Ehrlich. Uber die Pektolase, ein neue aufgefundenes Pektinferment. Biochem. Ztschr. 250, 525 (1932). — 37. F. Ehrlich. Über die Pektolase Biochem Ztschr. 251, 204 (1932). — 38. Ehrlich. Felix und Renate Gutmann. Über die preparative Gewinnung der Galakturonsäure aus Pektin. Biochem. Ztschr. 259, 100 (1933). — 39. Nanji D. R., dr. Paton F. I. and Ling A. R. Decarboxylation of Polysaccharid. Acids, its application to the Eştablishment of the Consfitution of Pectin and their Determination. Journ of Soc. Chem. Ind. 44. 253 (1926). — 40. Henderson. Journ. Chem. Soc. 2117 (1928). — 41. Frech. Walt. Norris. Biochem. Journ. Vol. XXII № 2 page 195 (1929). — 42. Мейер и Марк. Der Aufbau der hochpolymeren organischen Naturstoffe. 1930. Verl. Leipzig (1930). — 43. Norris and Shryver. Biochem. Journ. 19, 676 (1925). — 44. Norman. Studies of pektin part III. Biochem. Journ. Vol. XXII. № 3. 749 (1928). — 45. D. R. Nanji and A. G. Norman. Stadies of pektin. Part II (the estimation of the individual Gectic Substances in Nature). Biochem. Journ. Vol. XXII, № 2, 596 (1928) 46. Carré M. H. (An investigation of the Changes, which occur in the pektin constituents of Stored fruit. Biochem. Journ. 16, 707 (1922). — 47. Carrè. Margory Harriotte. Biochem. Ztscht. 19, 257 (1925).—48. Carré. Annals of Botany Vol. XXXIX, № CLVI, october (1925) — 49. Sucharipa. Die Pektinstoffe (1925). — 49 a. Sucharipa. Protopectin and some Constituents of Lemon peel. Journ Amer Chem. Soc. 46, 145 (1924).—50. Tutin. Biochem. Ztschr. 17. 259 (1923). - 50 a. Tutin. Pectin and its Hypothetical Precursor „Protopéctin“. Biochem. Journ. 17, 510 (1923). — 51. Bourqvellot et Herrissei. Compt. hebd. Acad. Sc. 127, 191 (1898). — 52. Bourgvellot et Herrisel. Journ. farm. et chem. 7, 473 (1898).—53. Bourqvellot et Herrissei. Journ. farm. et chem. 9, 281 (1899).— 54. Neuberg Karl und Oştendorf Klara. Biochem. Ztschr. 229. 464 (1930).—55. A. Norman. The Biochemistry of pectin. Science Progress, Vol. XXIV, № 94, page 263, october (1929), — 56. Проф. Церевитинов. Химия и товароведение свежих плодов и овощей. „Новый агроном“, 1930, гл. V. — 57. М. П. Корсакова. Успехи биологической химии. Вып. IX 1932.—58. Шорыгин. Химия углеводов. ГХТИ 1932.—59. Гудлет и Кирсанова. Труды Научно-исследовательского института пищевой промышленности. Вып. 3. — 60. H. Luers. and Lochmüller. Die Messungen der Gelierkraft von Fruchtpektinen. Kolloid-Zeitschrift. Bd. XLII, Heft 2; Seite 154. Juni (1927). — 61. Onzlow M. W. The principles of Plant Biochemistry. Part I. Chapter 2. Cambridge University press (1931).

РЕФЕРАТЫ

Gassner G. und Goeze G.

1. Ueber den Einfluss der Kaliernährung auf die Assimilationsgrösse von Weizenblättern.— Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. L. a (Festschrift) (1932), p. 412—482.
2. Weitere Untersuchungen über die Abhängigkeit der Assimilationsgrösse junger Getreideblätter von der Kaliernährung der Versuchspflanzen.— Planta, Bd. 20. (1933), p. 391—406.
3. Assimilationsverhalten, Chlorophyllgehalt und Transpirationsgrösse von Getreideblättern mit besonderer Berücksichtigung der Kalium- und Stickstoffernährung.— Zeitschr. f. Bot., Bd. 27 (1934), p. 257—340.
4. Der Einfluss der Anzuchttemperatur auf Assimilation, Chlorophyllgehalt und Transpiration junger Getreideblätter. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. LII (1934), p. 321—335.

Начав с изучения влияния разных доз калия на энергию фотосинтеза (первые две работы), авторы перешли в дальнейшем к значительно расширенному и углубленному физиологическому анализу растений в связи с их минеральным питанием. Названные 4 работы содержат обширный экспериментальный материал, полученный с песчаными культурами злаков (пшеницы, ржи, отчасти ячменя и овса), причем для опыта брались всегда первые листья молодых, большею частью десятидневных проростков. Для определения энергии фотосинтеза авторы применили тщательно разработанную ими методику со специально сконструированной аппаратурой. Опыты ставились со срезанными листьями, которые опускались черешком в воду и заключались в особую камеру. Через камеры протягивался обыкновенный воздух, поступавший затем в бутыли, где происходило поглощение углекислоты и титрование. Искусственное освещение и температура регулировались с помощью соответственных приспособлений. Транспирация определялась весовым способом у тех же листьев, которые были в опыте на фотосинтез. Содержание хлорофилла характеризовалось условной величиной, а именно коэфициентом затухания ацетоновой вытяжки, вычисленным на основании фотометрического определения.

В первых двух работах была установлена следующая зависимость энергии фотосинтеза от калийного питания: при полном отсутствии калия в почве получалась наиболее низкая величина фотосинтеза молодых листьев; у растений, получивших некоторое количество калия, энергия фотосинтеза была выше, но при увеличении дозы калия фотосинтез снова понижался. Оптимальная для фотосинтеза доза калия оказалась различной для разных объектов: наиболее низкий оптимум получился для пшеницы, фотосинтез которой снижался уже при количестве калия, превышавшем 0,5—1,0 *мг* на 1 растение или 0,02—0,03 *г* на 1 *л* воды; для овса и ячменя оптимум расположен несколько выше, тогда как для ржи выявилась широкая оптимальная зона от 0,5 до 11 *мг* на растение. В общем авторы приходят к заключению, что как отсутствие калия, так и значительные дозы его снижают энергию фотосинтеза по сравнению с какой-то оптимальной дозой.

Продолжая свое исследование и варьируя не только калийное, но и азотистое питание, а также комбинируя выращивание растений при разных дозах K и N с действием фотопериода (выращивание на двух-двенадцатичасовом дне) и с влиянием возраста листа, Гасснеру и Геце удалось установить чрезвычайно тесный параллелизм между энергией фотосинтеза, содержанием хлорофилла и интенсивностью транспирации. Параллелизм трех указанных функций авторы наблюдали для целого ряда факторов: так, при увеличении числа светлых часов в сутки от 2-х до 12 возрастают параллельно энергия фотосинтеза, накопление хлорофилла и интенсивность транспирации; при низкой температуре выращивания (10°) все три процесса дают бо̀льшие величины, чем при высокой температуре (20°); увеличение дозы калия снижает не только фотосинтез, но совершенно параллельно и накопление хлорофилла и транспирацию; напротив, увеличение дозы азота повышает все три функции. Характерно, что оба фактора — калий и азот — вообще действуют на ряд физиологических процессов в противоположном направлении (как это отчасти уже известно из литературы). Так, возрастание энергии фотосинтеза, содержания хлорофилла и величины транспирации вызываются, с одной стороны, уменьшением дозы калия, с другой — повышением дозы азота; наряду с этим работа Гасснер и Франке показывает, что содержание белковых веществ снижается возрастающими дозами калия и повышается с повышением доз азота.

С фотосинтезом, хлорофиллом и транспирацией авторы, на основании работы Гасснера и Франке, сопоставляют еще содержание белков и приходят к такому построению: изменения в содержании белков являются предпосылкой для изменений в содержании хлорофилла, поскольку белковое вещество служит материалом для построения хлоропластов. Хлорофилл в свою очередь имеет решающее значение для транспирации, так как последняя тесно связана с состоянием устьичного аппарата, который, как показывает ряд исследований, сильно зависит от поглощения света хлоропластами замыкающих клеток и их ассимиляционной работы. Наконец фотосинтез зависит в большой мере от содержания хлорофилла и, с другой стороны, от транспирации, регулирующей водный режим листа. Таким образом получается корреляция: содержание белковых веществ, содержание хлорофилла, транспирация и фотосинтез.

Необходимо отметить еще вывод Гасснер и Гецe о том, что минеральное питание растений, в особенности соотношение калия и азота, должно быть причислено к факторам, учет которых необходим при изучении процесса фотосинтеза. Наблюдавшееся ими влияние возраста листьев на фотосинтез, хлорофилл и транспирацию они также сводят к влиянию калия и азота, которые при недостатке соответственного удобрения постепенно с возрастом перекачиваются из первого листа в последующие, вследствие чего в первом листе (с которым всегда велся опыт) получается дефицит того или другого элемента. Это наблюдение объясняет кажущееся противоречие между повышением фотосинтеза и снижением урожая при слабом калийном питании: с возрастом небольшие дозы калия, стимулирующие фотосинтез отдельного молодого листа, становятся недостаточными для растения в целом, и получается калийное голодание, понижающее жизнедеятельность растения.

Интересно отметить еще первостепенное значение, которое авторы придают работе с отдельными листьями в лабораторных условиях; такая работа, необходимая для изучения сущности физиологических процессов, не исключает важности полевых исследований, имеющих однако больше экологическое значение.

Представляющие большой интерес выводы Гасснера и Гецe о характере связи между содержанием белков и хлорофилла, фотосинтезом и транспирацией недостаточно еще обоснованы экспериментально, они нуждаются в детальной разработке, для которой дают много материала.

В. А. Бриллиант

Jaccard P. und Jaag O.

1. Schwankungen der CO_2-Aufnahme bei höheren Pflanzen in kohlensäurereicher Luft und bei kontinuierlicher Belichtung (Vorläufige Mitteilung) — Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. L (1932), p. 167—177.
2. Photosynthese und Photoperiodizität in kohlensäurereicher Luft. — Beih. z. bot. Centralbl.. Abt. 1, Bd. 50. (1933), p. 150—195.
3. Unaufgeklärte Schwankungen in der nächtlichen CO_2-Abgabe bei höheren Pflanzen. — Planta, Bd. 19 (1933), p. 713—728.

Наибольший интерес реферируемых работ заключается в их методике, с помощью которой учитывался фотосинтез не отдельного листа или побега, а целиком надземной части растений. Объектами служили горшечные экземпляры разных растений (всего 10 видов), надземные части которых, по достижении 30—50 *см* длины, замыкались герметически под стеклянными колоколами (емкостью 33,4 и 60 *л*), причем под колокол вводились разные количества углекислого газа. Часть растений освещалась непрерывно, у другой части светлые периоды чередовались с темными. Опыт продолжался несколько месяцев, и из-под колокола регулярно (большей частью 2 раза в день) брались пробы газа для определения количества углекислоты; анализы производились в несколько видоизмененном приборе Gut., основанном на принципе Haldane и дававшем результаты с точностью до 1 500 000. Опыты велись свыше 2 лет, и за это время сделано свыше 3000 анализов.

Из экспериментальных данных необходимо отметить резкие колебания количеств поглощенной углекислоты, не стоящие в непосредственной связи с изменениями света, температуры и углекислоты; особенно большие колебания и уклонения от нормы наблюдались при непрерывном освещении и при высокой концентрации углекислого газа. Причиной этих колебаний, сопоставляемых ими с соответствующими наблюдениями других авторов, Жаккар и Яаг считают внутренние факторы, а именно „совокупность химических и химико-физических реакций, связанных с ассимиляцией и дыханием, а также реакций, сопровождающих отток ассимилятов и деление клеток, т. е. реакций, не следующих непосредственно за изменениями внешних факторов“.

Также вне зависимости от внешних факторов зарегистрированы неоднократные выделения углекислоты на свету (от 0,001 до 2,8 *мг* на 1 *дм*^{2} в 1 час) и, отмечаемое повидимому впервые в литературе, поглощение CO_2 в темноте, достигавшее в среднем 0,43 *мг* на 1 *дм*^{2} в час.

Работы авторов содержат также ряд наблюдений и данных относительно зависимости числа устьиц от влажности атмосферы, об энергии фотосинтеза и содержании крахмала при непрерывном и при периодическом освещении и о влиянии концентрации CO_2 на колебания величины фотосинтеза.

В. А. Бриллиант

F. van der Paauw. The indirect action of external factors on photosynthesis.—Recueil des travaux botaniques néerlandais (1932). Vol. XXIX, p. 497—620.

(Ф. ван дер Пааув. Косвенное действие внешних факторов на фотосинтез).

Несмотря на большое количество работ, среди которых можно назвать крупные исследования Вильштеттера и Штолля, Варбурга, Хардера, Эмерсона и др., вопрос о влиянии внешних факторов на фотосинтез до сих пор заключает в себе много спорного, и главная цель большинства исследований — выявление механизма фотосинтеза — еще далеко не может считаться достигнутой. Интересный подход к выяснению данного вопроса мы находим у голландского ученого ван дер Пааув, в основу работы которого положена в качестве рабочей гипотезы связь между фотосинтезом и дыханием, подмеченная американскими исследователями Спер и Мэк-Джи.

Объектом работы автору служила нитчатая водоросль *Hormidium flaccidum*. Энергия фотосинтеза определялась сперва с помощью аппаратуры ван ден Хонерт (описанной последним в 1930 г. в работе об ассимиляции углекислоты и ограничивающих факторах), а затем в большей части опытов — с помощью прибора, сконструированного самим автором и основанного на манометрическом измерении давления кислорода, выделенного за время опыта. Тем же методом определялось и дыхание.

Исходя из литературных данных о влиянии света на дыхание, ван дер Пааув поставил в этом направлении ряд опытов, которые показали, что свет сам по себе, независимо от повышения температуры, усиливает дыхание; так как дыхание может служить до известной степени критерием деятельности протоплазмы, автор рассматривает действие света на дыхание, как плазмогенное, и указывает на то, что при изучении фотосинтеза необходимо считаться не только с прямым влиянием света, как источника энергии, но и с возможным косвенным его воздействием через посредство протоплазмы. Подтверждение этой точки зрения он находит в результатах своих опытов над комбинированным действием на фотосинтез света и температуры: при низкой напряженности света, т. е. при ограничивающем по Блэкмэну световом факторе повышение температуры усиливало, хоть и немного, ассимиляцию *Hormidium*; отсюда ван дер Пааув делает также вывод, что свет действует не только непосредственно как внешний фактор, но и косвенно — через посредство внутренних факторов.

Изучая влияние температурного фактора, автор получил для зависимости дыхания и фотосинтеза от температуры совершенно аналогичные кривые; параллелизм температурных коэфициентов дыхания и фотосинтеза он рассматривает с точки зрения косвенного действия температуры на фотосинтез: если температура повышает общую жизнедеятельность протоплазмы, критерием которой может служить дыхание, то весьма вероятным представляется повышение интенсивности в числе других процессов также и фотосинтетического.

Так как усиление дыхания после экспозиции многие авторы объясняют накоплением на свету дыхательного материала, Пааув проверил опытным путем влияние искусственного прибавления сахаров как на дыхание, так и на ассимиляцию *Hormidium*; эти опыты не дали вполне отчетливых результатов, но автор все же считает установленным, что прибавление сахара, большею частью повышающее дыхание, усиливает в то же время и ассимиляцию. С другой стороны, прибавление $BaCl_2$ в небольшой концентрации, вызывающей задержку дыхания, вызывает параллельно и падение фотосинтеза.

Параллелизм между ассимиляцией и дыханием проявляется также при воздействии наркотиков — цианистого калия и фенил-уретана: первый в слабых дозах стимулирует оба процесса, притом независимо от того, какой фактор является ограничивающим — свет или температура (что противоречит данным Варбурга); стимуляцию при низкой напряженности света автор опять-таки толкует с точки зрения косвенного действия света. Фенил-уретан также оказывает на ассимиляцию и на дыхание совершенно аналогичное угнетающее влияние. При чересчур сильном воздействии наркотиков, например при высоких дозах KCN, параллелизма между фотосинтезом и дыханием уже не наблюдается — сильное угнетение первого сопровождается слабой задержкой или даже усилением второго, что автор пытается объяснить действием сильных доз непосредственно на ассимиляционный аппарат или же стимулирующим действием их на дыхание (аналогично действию поранения). Восстановление обоих процессов после небольшой задержки протекает одинаково.

Параллелизм между фотосинтезом и дыханием автор объясняет себе таким образом: между обоими процессами нет прямой причинной связи, но есть связь между ассимиляцией и какими-либо протоплазматическими функциями, тесно связанными, как и все жизненные процессы, с дыханием. Такая косвенная связь объясняет, по мнению Паауба, те уклонения от параллелизма, которые наблюдались в некоторых его опытах (с сильными дозами KCN, с сахарами).

Полученный им экспериментальный материал, указывающий на косвенное действие внешних факторов на фотосинтез через посредство внутренних факторов, автор сопоставляет с литературными данными (Хардер, Арнольд) о колебаниях фотосинтеза при постоянных внешних условиях; эти данные также говорят в пользу важного значения внутренних факторов, на которые до последнего времени обращалось сравнительно мало внимания.

В. А. Бриллиант

✓ **В. В. Алехин.** Центрально-черноземные степи. Книгоиздательство „Коммуна“. Воронеж. 1934.

Очень хорошая книжка, написанная прекрасным русским языком. Уже во введении дается картинное сравнение северных и южных степей, выявляющее глубокое различие между этими двумя типами.

В первой главе вкратце излагается „степной вопрос“, т. е. вопрос о причинах безлесия степей, а также и вопрос о возрасте наших степей. Затем приводится список сохранившихся, еще недавно существовавших нераспаханных степных участков.

Во второй главе говорится о проектируемом Центрально-черноземном заповеднике, который будет состоять из ряда степных участков, расположенных в разных частях края, и должен представлять по возможности все разнообразие степной области. Заповедники должны будут служить для целей социалистического строительства путем организации стационарных исследований для разрешения теоретических и практических вопросов.

В третьей главе дается общая характеристика разнотравных центрально-черноземных степей, приводятся фазы их развития в течение вегетационного периода (аспекты). Так, на Стрелецкой степи под Курском можно различить 11 последовательных аспектов, приводится анализ состава растительности Стрелецкой степи, и даются методические указания относительно зарисовки вертикальных проекций. Сообщается список злаков Стрелецкой степи, из которого видно, что разнотравные северные степи богаты по числу видов злаков и что злаки эти являются прекрасными кормовыми травами. О северных степях можно говорить как о степях широколистно-злакового типа, а так как красочно цветущие двудольные сильно преобладают над злаками, то следует называть северные степи степями красочного разнотравия с широколистными злаками. Алехин не соглашается с определением Келлера, называющего разнотравные степи дерновинно (типчаково- и реже ковыльно-) луговыми, так как под пестрым цветочным ковром двудольных в траве большую роль играют дерновинки типчака или кроме того здесь порядочно ковыля. Однако типчак в большинстве случаев не играет никакой физиономической роли, его дернинки чаще всего лишь вегетируют, они развиты крайне слабо, представляя все признаки угнетенности. Алехин говорит: „так же нецелесообразно говорить о „луговых“ степях, так как на лугах обычно мы имеем господство злаков, а на северных степях господствуют не злаки, а разнотравие (по данным Келлера — злаки в среднем составляют 35,45 % всего веса сухой массы сена). Таким образом в формулировке Келлера нет ни одного из двух самых существенных признаков северных степей: обилия красочного разнотравия и присутствия широколиственных злаков. И нет никакого сомнения, что для северных степей костер прямой и полевица степная несравненно важнее, чем находящийся в нижних ярусах подавленный в своем развитии типчак“.

Затем приводится перечень бобовых Стрелецкой степи, говорится о *Carex humilis* и о мхе *Thuidium abietinum*, занимающем все свободные промежутки между другими растениями, о биологических типах степи, и дается краткий список характерных признаков северных степей.

Как пример восточной степи северного типа приводится краткая характеристика уже не существующей теперь „Лотаревской“ степи близ станции Хворостянки Грязе-Сталинградской железной дороги.

В четвертой главе описываются вкратце разнотравные степи севера Черноземного края, т. е. степи под Орлом, под Тамбовом, в б. Тульской и в б. Рязанской губ., причем приводится перечень последовательных аспектов степей южнее г. Орла, по Куренцову и Вернандер.

В пятой главе — краткая характеристика южных разнотравных степей (Ямской степи под Старым Осколом и Хреновской степи).

В шестой главе дается описание ковыльных степей, причем удерживается разделение их на типы, по Келлеру: 1) узколистно-ковыльные степи с господством *Stipa stenophylla*, 2) тырсово-ковыльные степи с преобладанием *Stipa Lessingiana*. Приводится список признаков, характерных для мелко-ковыльных степей. Из перечня злаков ковыльных степей видно, что видов злаков на них меньше, чем на разнотравных степях, но масса злаков сильно превышает общую массу двудольных.

В седьмой главе излагаются вопросы классификации степей и закон предварения, предложенный автором. Южные растения, продвигаясь на север, переходят с плакорных местообитаний на южные склоны, а еще дальше на север, и условия южных склонов становятся для них неподходящими. Такие северные растения южнее могут встречаться только на северных склонах, а еще южнее исчезают совсем. Поэтому можно предсказать, на основании произрастания растения только на северных склонах, в определенной полосе, появление его еще севернее в плакорных условиях. Подобное же предварение можно установить и на примере южных растений. Правильны указания Алехина на широкое распространение *Stipa stenophylla* не только на ковыльных, но и на северных разнотравных степях и на обусловленность чисто-тырсовых степей (с массовым появлением тырсы—*Stipa capillata*) воздействием пастьбы скота. Заканчивает автор новой схемой изменения степных типов с севера на юг: 1) северные разнотравные красочные степи; 2) разнотравно-тырсовые и (местами) тырсовые степи; 3) ковыльно-лессинговые степи с тырсой.

Восьмая глава заключает более глубокий анализ растительности степей. Прежде всего говорится о насыщенности степей видами растений на определенной площадке в 100 $м^2$ и в 1 $м^2$.

Оказалось, что такая насыщенность для разнотравных степей больше, чем для ковыльных, что и следовало ожидать, принимая во внимание большое число видов разнотравия в первых и малое в последних. Среди разнотравных степей особенно насыщена видами на малых площадках и следовательно отличается наибольшей сплоченностью произрастания видов Стрелецкая степь под Курском. Это своего рода „курская аномалия.“ Она объясняется древностью территории Средне-Русской возвышенности, не бывшей никогда под ледником. Сложность строения ценозов этой степи—результат „крайне длительных приспособлений растений друг к другу, что согласуется с древностью данной территории.“ Видовая насыщенность дает резкий скачок при переходе от разнотравных к ковыльным степям: ковыльные степи имеют насыщенность ниже 70 видов 100 $м^2$ и ниже 30 на 1 $м^2$, разнотравные—выше 80 на 100$м^2$ и выше 35 на 1 $м^2$. Как видим, имеется хорошо выраженная граница. Каждый тип степей характеризуется определенной насыщенностью.

Ярусность травостоя степей очень сложна и трудно расчленима. Выяснить ярусность можно лишь при многократном посещении одного и того же участка, так как она имеет свою динамику. На северных степях, например на Стрелецкой, травостой расчленяется по крайней мере на шесть ярусов. Методика изучения ярусности сводится к применению вертикальных проекций. В северных степях обыкновенно нет господствующих растений (доминант), в южных же, где очень сильно развиты ковыли, отдельные ярусы могут иметь свои доминанты.

Подземная ярусность (корневых систем) изучается „траншейным способом“ с отпрепарованием корней сухим путем по ходу корней и путем отмывания струей воды.

Степной травостой состоит из видов крайне различных по своей экологии. Прежде всего степные виды надо подразделить на перманенты и эфемеры. Перманенты образуют целый ряд синузий, пока не изученных. Богатство флористического состава влечет за собой и богатство синузиями. „Познание синузий предполагает знание жизненных форм“. Автор предлагает такую схему жизненных форм степи:

А. Кустарники и полукустарники.

I. Степные кустарники (степная вишня, бобовник).

II. Полукустарнички (*Thymus*, *Kochia* и др.).

В. Травянистые дву- и многолетники.

III. Растения с листьями по всей длине стебля, стебель вертикальный, прочный.

1. Высокие растения верхнего степного яруса (шалфей, васильки, *Echium rubrum* и др.).

2. Растения средних и низких ярусов (колокольчики, незабудки, клеверы).

IV. То же, но стебель слабый, приподнимающийся или цепляющийся (горошки, чины).

V. Розеточные растения (одуванчики, подорожник и пр.).

VI. Растения, образующие перекати-поле (кермек, *Phlomis pungens*, *Trinia* и др.).

VII. Луковичные и клубневые растения—эфемеры весеннего цикла (гиацинт, тюльпан).

VIII. Луковичные летнего цикла (виды луков).

IX. Дерновинные злаковые растения—с узкими листьями (ковыли, типчак).

X. Недерновинные злаковые растения с более широкими листьями (костер, дикие овсы, пырей).

C. Однолетники.

XI. Однолетники эфемеры.

XII, Однолетники летне-осенние.

D. Низкие растения.

XIII. Мхи.

XIV. Лишайники.

XV. Водоросли.

Далее автор приводит ряд зарисовок горизонтальных проекций травостоя (оснований растений на 1 $м^2$ по квадратным единицам) для Стрелецкой степи, причем отмечается, что уменье различать виды ковылей в полевой обстановке совершенно обязательно. Зарисовки незаменимы не только для глубокого изучения травостоя степи, но и для познания влияния выпаса на травостой при стационарных работах. Для горизонтальных и вертикальных проекций употребляется квадратный метр с подразделением на дециметры.

В девятой главе говорится вкратце о влиянии биотических факторов (покоса и выпаса) на травостой степи, а в десятой, озаглавленной „Степи в прошлом", указывается на тесную связь растительного покрова степи с животным миром степей. „Степь представляет собой не только фитоценоз, т. е. закономерное собрание растительных элементов, степь — это биоценоз, это сложный комплекс растительных и животных отношений в их полезных и вредных влияниях друг на друга". Биоценологически степь может быть изучена только путем длительных стационарных исследований, а это является задачей степных заповедников.

В конце работы приводится основная литература по растительности центрально-черноземных степей и схематическая карта их.

Книжка интересна не только для ботаников, агрономов и просто образованных людей, но должна быть горячо рекомендована как учебное пособие для вузов по курсу географии растений.

Н. Буш

УКАЗАТЕЛЬ

СТАТЕЙ 19 ТОМА (1934) БОТАНИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА

Стр.

Задачи „Журналы“ во второй пятилетке . . . 3—4

I. Оригинальные статьи

Аксентьев Б. Н. Некоторые данные о грибных заболеваниях баклажана (*Solanum melongena* L.) на огородах в окрестностях г. Одессы . . . 11—15

Аксентьев Б. Об изменении свойств семян под влиянием химической обработки . . . 419—433

Александров В. Г. и К. Ю. Абесадзе. Материалы к выяснению закономерностей, управляющих образованием сосудов в сосудистоволокнистом пучке двудольного растения (с 3 рис.) . . . 539—550

Александров В. Г. и В. И. Вислоух. Основные черты строения различных органов опийного мака (*Papaver somniferum* L.) и степень распространения в этих органах млечных трубок (с 22 рис.) . . . 141—162

Александров В. Г. и Л. И. Джапаридзе. Материалы к познанию мощности проводящей воду системы в листовых черешках . . . 163—169

Бекетовский Д. Н. К биологии плодоношения форм желтой акации: обыкновенной (*Caragana arborescens* Lam. и плакучей (*Caragana arborescens* Lam. var. *pendula* hort.) (с 5 рис.) . . . 434—446

Беккер З. Е. Влияние аутоконсервации зерна пшеницы на его микрофлору (с 7 рис.) . . . 126—140

Богородский М. А. На статью М. Навашина „Новая возможность в селекции“ . . . 409—413

Ботвиновский В. В. О фотопериодической реакции у *Perilla ocymoides* L. (с 4 рис.) . . . 5—10

Васильев Ю. П. К изучению влияния секреции рыльца и семяпочки на прорастаемость пыльцы некоторых растений (с 1 рис.) . . . 321—337

Воронихин Н. Н. К флоре грибов „черни“ Крыма и Кавказа (с 1 рис. и 1 табл.) . . . 551—561

Воронихин Н. Н. Микрофлора торфяников Балкарии . . . 512—517

Газе О. Ф. Окрестности озера Лаче (Северного Края) в геоботаническом отношении (с 2 рис.) . . . 173—186

Гречишкин С. В. Биологическое действие пограничных лучей Букки на *Elodea densa*, *Bacterium ponticum* и *Saccharomyces cerevisiae* (с 3 рис.) . . . 527—533

Джапаридзе Л. И. и Т. А. Кезели. К вопросу о различии в окислительных свойствах тканей двудомных растений . . . 534—538

Дианова В. И., А. А. Сосновец и Н. А. Стешина. Сравнительное цито-эмбриологическое исследование разновидностей *Parthenium argentatum* Gray и *Parthenium incanum* Gray (с 3 табл.) . . . 447—466

Жуковский А. В. и В. С. Горячова. Сорняки конопли . . . 562—565

Заболотский М. Влияние углекислого газа на дыхание и всхожесть пшеничного зерна (с 7 диагр.) . . . 106—125

Иванов Л. А. О влиянии ветра на рост дерева (с 2 рис.) . . . 211—219

Иванов Л. А. О влиянии затемнения на рост древесины . . . 220—224

Ильин М. М. Еще о саксауле . . . 170—172

Ильин М. М. О липе в окрестностях г. Красноярска (с 2 рис.) . . . 385—392

Калашников Л. Н. Опыт графического изображения смены растительности в пространстве (2 табл. крив.) . . . 26—32

Комаров В. Л. Тополя СССР (с 6 рис.) . . . 495—511

Краевой С. Я. К вопросу о вариировании хромосом у *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse (с 3 микрофото и 4 рис.) . . . 367—375

Молотковский Г. Х. Опыты по проверке теории Мюнха . . . 225—230

Навашин М. Новая возможность в селекции . . . 402—408

Навашин М. По поводу статьи М. А. Богородского . . . 414—415

Назаров М. И. Основные типы растительности Бурято-Монгольской АССР и их кормовое значение . . . 33—58

Стр.
Никитинский Я. Я. К вопросу о влиянии углекислого газа на хранение зерна пшеницы . . . . 103—105
Павлов Н. В. и С. Ю. Липшиц. К вопросу о недостатках определителей и флор . . . . 59—63
Поддубная-Арнольди В., Н. Стешина и А. Сосновец. Материалы к биологии цветения и размножения *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse (с 4 табл. рис.) . . . . 338—366
Радкевич О. Н. Материалы по микрографии таусагыза. I (с 9 рис.) . . 467—494
Ревердатто В. В. и Т. Н. Буторина. Бугристые степные ассоциации в средне-сибирских степях (с 1 картой) . . . . 250—263
Розанова М. А. Пути формообразования в роде *Rubus* (с 2 рис.) . . . . 376—384
Серейский А. и М. Слудская. К вопросу о природе яровизации. I (с 1 рис.) . . . . 311—320
Сочава В. Б. Растительные ассоциации Анабарской тундры (с 5 рис.) . . 265—304
Точидловская К. И. Материалы по фенологии древесных пород Одесского ботанического сада (с 3 табл. крив.) . . . . 16—25
Шенников А. П. Что такое геоботаника? . . . . 393—401
Шефер-Сафонова Е. Я., М. И. Калашникова и А. С. Костромина. Определение всхожести семян древесных пород методом окрашивания (с 5 рис.) . . . . 566—594
Щепкина Т. В. О принципах устройства и действия механизма устьичного аппарата у растений (с 1 табл. рис.) . . . . 231—249

II. Обзоры.

Воронихин Н. Н. Обзор работ русских авторов по альгологии за 1930—1931 гг. . . . . 187—206
Вульф Е. В. Итоги изучения истории развития флоры СССР за последние 16 лет . . . . 64—100
Гудлет М. А. Строение и свойства пектиновых веществ . . . . 595—618
III. Рефераты . . . . 207—208, 305—307, 619—624

IV. Хроника.

Троицкий Н. Д. Крымский государственный заповедник . . . . 518—523
Указатель статей тома 19 (1934) . . . . 625—628

TABLE

DES MATIÈRES DU TOME XIX (1934) DU JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS

Pages
Die Aufgaben des „Journals" während der zweiten „Piatiletka" (russ) 3

I. Articles originaux

Alexandrov V. G. und K. G. Abesadze. Contribution to the knowledge of the regularities governing the origination of vessels in the fibro-vascular bundles of dicotyledonous plants (with 3 fig.) 549
Alexandrov V. G. und L. I. Djaparidze. Zur Kenntniss der Leistungsfähigkeit des Wasserleitungssystems in den Blattstielen 169
Alexandrov V. G. und W. I. Wislouch. Die Hauptzüge des Baues verschiedener Organe des Opium-Mohns (*Papaver somniferum* L.) und die Verbreitung der Milchröhren in dessen Organen (mit 22 Abb) 161
Axentjeff B. N. Einiges über die Pilzerkrankungen des *Solanum melongena* L. in den Gemüsegärten bei Odessa 15
Axentjeff B. Über die Veränderung der Eigenschaften der Samen unter dem Einfluss chemischer Behandlung 432
Becker S. E. Der Einfluss der Selbstkonservierung des Weizenkorns auf seine Mikroflora (mit 7 Abb.) 139
Beketowsky D. N. Zur Biologie des Fruchttragens der gelben Akazie: der gewöhnlichen (*Caragana arboressens* Lam.), sowie der Trauerakazie (*C. a.* var. *pendula* hort.) (mit 5 Abb.)
Bogorodsky M. A. Zur Mitteilung von M. Navaschin „Neue Möglichkeit in der Selektion" (russisch) 409
Botwinowsky W. Über die photoperiodische Reaktion bei *Perilla ocymoides* L. (mit 4 Abb.) 10
Dianova V. I., A. Sosnovetz und N. A. Steschina. Vergleichende zytoembryologische Untersuchung, der Varietäten von *Parthenium argentatum* Gray und *Parthenium incanum* Gray (mit 3 Tab.) 464
Djaparidze L. I. und T. A. Kezeli. Zur Frage über die Unterschiede in den Oxydationseigenschaften der Gewebe von zweihäusigen Pflanzen 538
Gretschischken S. W. Biologische Wirkung der Grenzstrahlen Bucky's auf *Elodea densa, Bacterium ponticum* und *Saccharomyces cerevisiae* (mit 3 Abb.) 533
Hase O. Umgegend der Latschesees im geobotanischen Bezug (mit 2 Abb.) 185
Iljin M. M. Noch einiges über Saxaul 171
Iljin M. M. Über die Linde in der Umgegend der Stadt Krasnojarsk (mit 2 Abb.) 392
Iwanov L. A. Vom Einfluss der Stammbeschattung auf die Arbeit des Kambiums 224
Iwanov L. A. Zur Frage vom Einfluss des Windes auf den Baumwuchs (mit 2 Abb.) 219
Kalaschnikov L. N. Versuch einer graphischen Darstellung des Vegetationswechsels im Raum (mit 2 Abb.) 32
Komarov V. L. Popularum USSR incolarum revisio (cum 6 tab.) 495
Krayevoy S. Concerning the question of chromosome variation in *Scorzonera tau-saghyz* L. et B. (with 3 microphot. and 4 fig.) 373
Molotkowsky G. Ch. Die Kontrollversuche der Theorie von Münch 230
Nasarov M. I. Die Hauptvegetationstypen der Burjato-Mongolischen ASSR und deren Bedeutung als Futterquellen 58
Navaschin M. Bemerkungen zur Mitteilung von M. A. Bogorodskij (russisch) 414
Navaschin M. Neue Möglichkeit in der Selektion (russisch) 402
Nikitinsky I. J. Zur Frage über den Einfluss von Kohlenoxydgaz zur Aufbewahrung des Weizenkorns (russisch) 103
Pavlov N. V. und Lipschitz S. J. Zur Frage über die Mängel der beschreibenden Floren (russisch) 59

Pages

Poddubnaja-Arnoldi W., N. Steschina und A. Sosnovetz. Materialien zur Biologie der Blühens und der Fortpflanzung von *Scorzonera tau-saghyz.* Lipsch. et Bosse (mit 4 Tab.) 365
Radkeviez O. N. Materialien zur Mikrographie der *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse. I (mit 9 Abb.) 492
Reverdatto V. V. und T. N. Butorina. Die Assoziationen der Bülten in den Steppen Zentral-Sibiriens (mit 1 Karte) 262
Rozanova M. A. Modes of form genesis in the genus *Rubus* (with 2 fig.) . 383
Sabolotsky M. Der Einfluss von Kohlenoxydgaz auf die Atmung und Keimfähigkeit von Weizenkorn (mit 7 Diagr.) 124
Schefer-Safonova E. I., M. I. Kalaschnikova und A. S. Kostromina. Determination of the viability of tree seeds by means of the staining method (with 5 fig.) 593
Schennikow A. P. Was ist Geobotanik? 400
Schtschepkina T. W. Über das Prinzip der Einrichtung des Mechanismus des pflanzlichen Spaltöffnungsapparates, durch welches dessen periodische Kontraktion bedingt ist (mit 1 Tab.) 246
Shukowsky A. W. und V. S. Goriatschowa. Die Unkräuter des Hanfes im Rayon Gluchow, Tschernigow Gebiet 565
Sereisky A. und M. Sludskaja. Zur Frage nach dem Wesen der Verkürzung der Vegetationsperiode bei den Getreidearten (Vernalisation). I (mit 1 Abb.) 319
Soczawa Victor. Die Pflanzen-assoziationen der Anabara-Tundra (mit 5 Abb.) 303
Tochidlovskaya. Materials on the phenology of different trees in the Odessa Botanical Garden (with 3 fig.) 25
Wassiljev G. P. A contribution to the study of the effect produced by the secretion of the scar and the ovule on the pollen germination of same plants (with 1 fig.) 337
Woronichin N. N. Contribution to the flora of the black mould fungi of the Crimea and the Caucasus (with 1 fig. and 1 tab.) 561
Woronichin N. N. Die Mikroflora der Torfmoore Balkariens 516

II. Revues

Goodlet M. A. Structure et propriétés des substances pectineuses (en russe) 595
Woronichin N. N. Revue des travaux algologiques russes 1930—1931 (en russe) 187
Wulf E. W. Übersicht der in den letzten Jahren erschienenen Literatur über die Entwicklungsgeschichte der Flora der USSR (russ.) 64
III. Notes bibliographiques 207, 305, 619

IV. Chronique

Troitzkij N. D. Le Parc National de la Crimée (en russe) 518
Table des matières du tome 19 (1934) 627